العلوم والتقنية

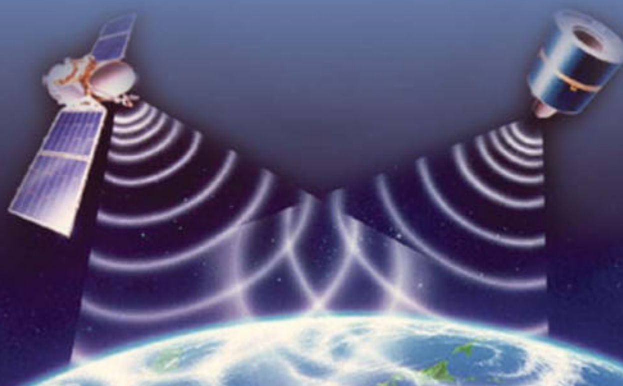
مجلة علمية فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية • السنة الحادية والعشرون• العدد الحادي والثمانون • محرم ١٤٢٨هـ/يناير ٢٠٠٧م

الأقمار الاصطناعية

(الجزء الثاني)



- الأقمار العسكرية
- أقمار البحث والإنقاذ
- أقمار الهواة



ISSN 1017 3056

بسم الله الرحمن الرحيم

منهـــاج النشـــر

أعزاءنا القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :-

١ـ يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لايفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .

٢ـ أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .

٣ـ في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .

٤ـ أن لايقل المقال عن ثماني صفحات ولايزيد عن أربع عشرة صفحة مطبوعة .

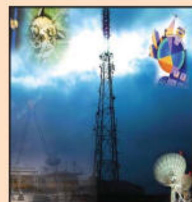
٥ـ إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .

٦ـ إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .

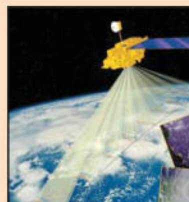
٧ـ المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكاتبها .

يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح مابين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

محتويـــات العـــدد



أقمار الاتصالات



أقمار الطقس



أقمار البحث والإنقاذ

المراسلات

رئيس التحرير

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ـ الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ ـ الرمز البريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض

هاتف: ٤٨٨٣٤٤٤ ـ ٤٨٨٣٥٥٥ ـ ناسوخ(فاكس) ٤٨١٣٣١٣

البريد الإلكتروني : jscitech@kacst.edu.sa

Journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia

العلوم والتقنية



كلمة التحرير

قراءنا الأعزاء

يسعدنا أن نتقدم لقرائنا الكرام بأحر التهاني وأطيب التبريكات بمناسبة حلول عيد الأضحى المبارك، كما يسعدنا تهنئتهم بالعام الهجري الجديد سائلين المولى القدير أن يعيدهما على الأمتين العربية والإسلامية بالعز والتمكين، إنه على ذلك قدير وبالإجابة جدير.

قراءنا الأعزاء

أدت ثورة الأقمار الاصطناعية إلى نقل الإنسان من الأرض إلى الفضاء، ليس بجسمه، ولكن بهيمنته عليها عن طريق الفضاء، فقد أصبح هناك آلاف الأقمار الاصطناعية التي تجوب الفضاء القريب منها والبعيد عنها. وهذه تختلف في مهامها والأهداف المراد منها تحقيقها، فكان لها إيجابيات كثيرة، حيث من إيجابياتها أنها ساهمت مساهمة فعالة في تحقيق رفاهية الإنسان، إذ وفرت الاتصالات السريعة والجيدة، فاختصرت الزمن والمسافة، كما ساهمت في دراسة الطقس والتعرف على الأحوال الجوية، والمساعدة في إنقاذ البشر ووسائل نقلهم من الطائرات والسيارات والسفن في الجو والبر والبحر، إضافة إلى مساهمتها الفعالة في دراسة الأجرام السماوية ونقل صور حية عن أجوائها ومناخاتها وطبيعتها الطبوغرافية. ناهيك عن التطبيقات العديدة في المجالات العسكرية والاتصالات والنقل وتخطيط المدن وغيرها من التطبيقات.

قراءنا الأعزاء

يسعدنا في الجزء الثاني من موضوع "الأقمار الاصطناعية" أن نغطي المواضيع التالية: الأقمار العسكرية، وأقمار الاتصالات، وأقمار الطقس، وأقمار البحث والإنقاذ، وأقمار الهواة، وأقمار الفلك، والأقمار السعودية، إضافة إلى الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على تضمينها في كل عدد.

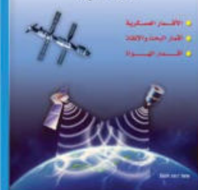
والله من وراء القصد وهو الهادي إلى سواء السبيل،،،

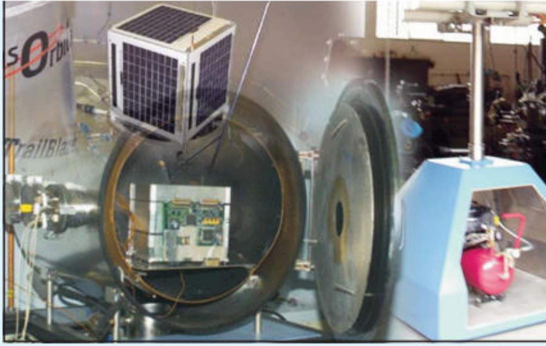
العلوم والتقنية



*****

العلوم والتقنية





مركز تقنية الأقمار الاصطناعية

معهد بحوث الفضاء
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

تم تأسيس مركز الأقمار الاصطناعية - التابع لمعهد بحوث الفضاء بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية - في عام ١٩٩٨م ليكون مركزاً وطنياً لنقل وتوطين وتطوير التقنيات المتعلقة بأنظمة الأقمار الاصطناعية بمختلف تطبيقاتها. ويهدف المركز إلى بناء قدرات وطنية في مجالات التقنية المتقدمة المستخدمة في برامج الأقمار الاصطناعية والقيام بالتوعية الاجتماعية اللازمة.

يعمل في المركز خبراء وفنيون سعوديون من حملة الشهادات العليا، وتساندهم كوادر فنية وطنية متخصصة، ويطبق الأنظمة الفنية والإدارية المتطورة في تنفيذ مهامه.

اختصاصات المركز

يدخل ضمن اختصاص المركز ما يلي:

١- تطوير وتصنيع وأطلاق وتشغيل أنظمة الأقمار الاصطناعية الصغيرة منخفضة المدار، المستخدمة في الاتصالات وتطبيقاتها في المملكة، وكذلك محطات التحكم والاتصال الأرضية الثابتة والمتنقلة.

٢- تطوير وتصنيع وإطلاق وتشغيل أنظمة أقمار الاستشعار عن بعد منخفضة المدار وتطبيقاتها في المملكة، وكذلك أنظمة التحكم والاتصال الأرضية الخاصة بها.

٣- تطوير وتصنيع وإطلاق وتشغيل أنظمة الأقمار الاصطناعية ذات المدار الثابت للاتصال والبث التلفزيوني وتطبيقاتها في المملكة، وكذلك أنظمة التحكم والاتصال الأرضية الخاصة بها.

٤- تنسيق استخدامات الذبذبات الكهرومغناطيسية من وإلى الفضاء مع اتحاد الاتصالات العالمي (ITU).

٥- تصميم وبناء المختبرات والتجهيزات اللازمة لإنتاج الأقمار الاصطناعية.

٦- القيام بالأبحاث العلمية التطبيقية في مجال تقنية الأقمار الاصطناعية.

٧- المساهمة في نشر الوعي العلمي والتقني في المجتمع من خلال القنوات الإعلامية المختلفة، وإقامة البرامج العملية للطلاب المتميزين.

٨- إعداد وتنفيذ برامج تدريبية تقنية متقدمة للمهندسين والفنيين، في مجالات مثل: الاتصالات والإلكترونيات والتحكم والطاقة والتصميم الميكانيكي وأنظمة التصوير الفضائي.



وحدات المركز

يتكون المركز من الوحدات التالية:-

مختبر الغرفة النظيفة:

يتكون هذا المختبر من غرفة فائقة النظافة (Class 10000) بمساحة ٢٠٠ متر مربع يتم فيها بناء الأقمار، وغرفة(Class 1000) بمساحة ٥٠ متر مربع لبناء الأنظمة البصرية.

• مختبر التحكم

يحتوى مختبر التحكم على جهاز الطاولة الهوائية؛ لمحاكاة انعدام الجاذبية لاختبار نظام التحكم في اتجاه القمر وتطويره، وكذلك لاختبار أنظمة الاتصال بالقمر.

• مختبر الاتصالات

يتكون هذا المختبر من الأجهزة اللازمة لتصميم واختبار أنظمة الاتصالات في القمر والمحطات الأرضية وطرفيات الاتصال.

• معمل الأنظمة الرقمية

يختص هذا المختبر بتصميم حاسوب القمر والأنظمة الرقمية المرتبطة به.





• الطاولة الهوائية

• **مختبر البصريات**

يهدف هذا المختبر إلى تصميم وبناء الأنظمة البصرية الفضائية الخاصة بأقمار الاستشعار عن بعد.

• **مختبر الطاقة**

يعمل هذا المختبر على تصميم وتصنيع واختبار الخلايا الشمسية المستخدمة في الأقمار الاصطناعية، ويتم فيه اختبار كفاية البطاريات والقيام بعمليات التوافق بينها.

• **مختبر التفريغ الهوائي الحراري**

يتم في هذا المختبر محاكاة حالة القمر في مداره من حيث الفراغ والتذبذب العالي في درجة الحرارة (٣٠ تحت الصفر إلى ٩٠) تقريباً، حيث تُختبر كل منظومة على حدة للتأكد من سلامة مكوناتها قبل الإطلاق. كما يمكن اختبار القمر الاصطناعي كاملاً ـ ما أمكن ـ في حدود الحيز المتوفر في آلة محاكاة الفراغ.

• **مختبر الاهتزازات الميكانيكية**

يختبر القمر أو أحد أنظمته على طاولة الاهتزازات؛ لمعرفة مدى تحمله للاهتزازات أثناء الإطلاق وتجاوز الأعطاب الناتجة عن ظروف الإطلاق.

• **مختبر اللحام:**

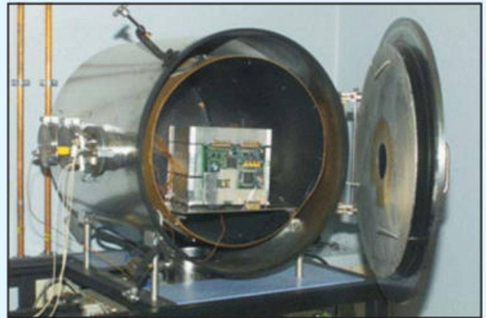
يتم في هذا المختبر تلحيم القطع الإلكترونية السطحية الدقيقة لأنظمة القمر التي تحتاج إلى مهارة عالية جداً في تنفيذها.

• **غرفة التجهيزات الميكانيكية:**

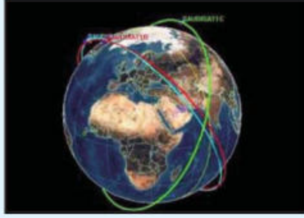
تحتوي هذه الغرفة على العدد والأجهزة الميكانيكية اللازمة للقطع والحفر للقمر الاصطناعي.

• **المحطات الأرضية**

يشغل المركز محطتين أرضيتين للاتصال بالأقمار الاصطناعية، تتولى المحطة الأولى: التحكم في واستقبال صور أقمار الاستشعار عن بعد السعودية، حيث تتابع المحطة الأقمار وتتحكم في تشغيلها وإعطاء الأوامر لها واستقبال بياناتها. أما المحطة الثانية: فتتولى تشغيل أقمار الاتصالات السعودية، واستقبال وإرسال المعلومات. وتحتوي المحطات على أجهزة الإرسال والاستقبال و هوائيات وأجهزة توجيهها.



• اختبار التفريغ الهوائي الحراري





إنجازات المركز

قام المركز بتصميم وبناء وإطلاق ستة أقمار اصطناعية خلال الخمس سنوات الماضية، كما قام بتصميم وبناء طرفيات للاتصال بالأقمار الاصطناعية الصغيرة بالإضافة إلى محطات أرضية للتحكم والاتصال بها . ويستعد المركز لإطلاق ستة أقمار في بداية عام ٢٠٠٧م، أحدها قمر متطور للاستشعار عن بعد استغرق العمل فيه أربع سنوات.

وتتركز نشاطات المركز الحالية على الاتجاه العالمي نحو استخدام الأقمار الاصطناعية الصغيرة والمتوسطة الحجم في المدارات المنخفضة لأغراض الاتصالات و الاستشعار عن بعد. وتقدم مجموعة من هذه الأقمار تغطية أرضية أكبر، وبتكلفة أقل من أقمار المدار الثابت؛ وذلك لانخفاض تكلفة الإطلاق (لانخفاض الارتفاع وصغر الحجم والوزن)، وللمرونة في متطلبات ومواصفات القطع المكونة للقمر، إضافة إلى ذلك فإن محطات الاستقبال اللازمة تكون صغيرة الحجم وقليلة الاستهلاك للطاقة مما يجعلها ذات قيمة تجارية مجدية.



الأقمار العسكرية

م.عبدالعزيز الصقير
ياسر المرشود

كانت الاستخدامات العسكرية للفضاء هي الحافز الرئيسي للبرامج الفضائية في كل دول العالم، إذ إن معظم الأقمار الاصطناعية الأولى كانت ذات تطبيقات استطلاعية وتجسسية، وهي شبيهة الأقمار المدنية، غير أنها أكثر دقة وتعقيداً.

تمثل الأقمار الاصطناعية عاملاً مهماً في التطبيقات العسكرية، لأنها تغطي العالم كله، ويمكن من خلالها مراقبة العدو في أي مكان وزمان، ولا يمكن الاستعاضة عنها بأنظمة أكثر كفاية. فالأقمار تراقب ما يحدث على سطح اليابسة، وفي أعماق المحيطات، وآفاق السماء، في كل الأوقات والظروف، كما تمثل حلقة الوصل بين القيادة والوحدات الميدانية سواء كانت برية أو بحرية أو جوية، وتساعد الجيوش في معرفة مواقع وحداتها، وأهداف العدو، والتشديد عليها بدقة؛ مما جعل الفضاء رابع الميادين العسكرية بجانب الميادين التقليدية الثلاثة: البر والبحر والجو.

أدى استخدام الأقمار الاصطناعية في الاستطلاع والإنذار المبكر والاتصالات والملاحة إلى تقليص حجم الجيوش نتيجة لزيادة قدرتها القتالية، ومضاعفة تأثيرها الهجومي والدفاعي، كما ساعدت المعلومات الدقيقة والسريعة في تقليص استنفار القوات من ناحية العدد والزمن، وأصبحت الحرب الحديثة جوية وفضائية، وبالتالي قل الاعتماد على الحرب البرية والبحرية. وتغيرت معها الكثير من الخطط التعبوية والتكتيكية؛ نظراً لأن عناصر الحرب الفضائية تتحرك بعيداً عن مجال المواجهة الميدانية المباشرة. كما أن هذه الأقمار غيرت بعض المفاهيم العسكرية حيث جعلت عنصر المفاجئة. كان أهم مبادئ الحرب - أقل أهميةلصعوبة إخفاء العمليات العسكرية عند الأقمار الاصطناعية. ومنذ بداية عصر الفضاءعرف كل من الأمريكيين والسوفييت عدد ومواقع الصواريخ العابرة للقارات للطرف الآخر. وامتلك كل منهما أنظمة إنذار مبكر ضد هذه الصواريخ، وتنصت كل منهما على الآخر بالتقاط المكالمات الهاتفية وإشارات الراديو والرادار.

تحمل الأقمار العسكرية أنظمة متطورة جداً لا يوجد لها شبيه في الأقمار المدنية، والتي عادة ما ترث التقنية العسكرية بعد الاستغناء عنها، ولذا تعد تكلفة الأقمار العسكرية أكثر من المدنية. ويرجع ذلك إلى أن الأقمار العسكرية تمتاز بأنظمة آمنة من التشويش والالتقاط، وتحمل أنظمة إضافية احتياطية؛ لأن انقطاع العمل لدقائق قد يؤدي إلى الهزيمة العسكرية، كما تتحمل الهجوم عليها بالوسائل الكهرومغناطيسية، مثل: الليزر، أو الإشعاعات النووية، أو الجسيمات الصغيرة، إضافة إلى احتوائها على أنظمة للكشف عن أي تهديد.

تقوم الأقمار الاصطناعية العسكرية بالأنشطة الرئيسية التالية:

الاستطلاع والمراقبة

توفر أقمار الاستطلاع والمراقبة (Reconnaissance and Surveillance) العسكرية معلومات استخبارية عن الأنشطة العسكرية والاقتصادية للدول الأخرى، وقد تزايد الاعتماد عليها بعد النجاح الذي لاقته أولى الأقمار الاصطناعية في الاستطلاع والتصوير والتقاط الإشارات، حتى أصبحت المصدر الرئيس لهذه العمليات، فوجودها لا يخلق حالات تأهب عسكرية أو أزمات سياسية بين الدول، كما هو الحال عند اكتشاف طائرة تجسس معادية. كما أن مداراتها تقع خارج المجال الجوي للدول، وخارج نطاق أسلحة الدفاع الجوي، وتقوم بمهماتها باستمرار في جميع الأحوال الجوية، وتستطيع تغطية مناطق شاسعة من الأرض بسرعة تفوق سرعة الطائرات بعدة مرات.

هناك ثلاثة أنواع من أقمار الاستطلاع، هي:

أقمار الاستطلاع البصري

تولى أقمار التصوير البصري والراداري عمليات التصوير والمراقبة للقواعد العسكرية والأهداف الاستراتيجية؛ لتمكين القادة العسكريين من رؤية الأحداث لحظة وقوعها، فهي تمثل عيون القادة العسكريين، وهي التي تقوم بمعظم العمليات الاستطلاعية من خلال ما يلي:

* **أقمار الاستطلاع البصري**، وهذه تعطي صوراً تصل دقتها إلى بضعة سنتيمترات، وهي شبيهة بأقمار الاستشعار عن بعد المدنية، ولكنها أكثر دقة وتعقيداً وقابلية للتوجيه والمناورة. تقوم محطات معالجة الصور الأرضية بتحليل الصور بالاستعانة بحاسبات فائقة السرعة لتحديد العناصر الخفية في الصورة؛ لأن الأقمار تتيح مراقبة شبه دائمة للأهداف فيمكن معرفة الكثير من المعلومات بمقارنة الصور الحديثة بالقديمة.

تدور معظم أقمار الاستطلاع البصري - الراداري كذلك - في مدارات منخفضة، وعند مرور القمر فوق منطقة مستهدفة فإنه يصور شريطاً ضيقاً من هذه المنطقة، لذا لا يمكن تغطية منطقة معينة طيلة ٢٤ساعة إلا بوجود عدة أقمار تتعاقب للتغطية الدائمة. وتحمل معظم أقمار الاستطلاع البصري محركات دفع لتغيير مدار القمر ليصور منطقة أحداث مهمة فيما يعرف بالمناورة.

تحمل بعض أقمار الاستطلاع البصري مستشعرات بصرية تلتقط الصور الأرضية وترسلها لاسلكياً إلى المحطات الأرضية الثابتة أو المتحركة. تستطيع تلك الأقمار تصوير الأماكن المكشوفة خلال النهار والأجواء الصافية بدقة عالية جداً.

من أبرز أقمار الاستطلاع البصري ما يلي:

- **الأقمار الأمريكية:** وقد بدأت بأقمار برنامج دسكفر (Discover) الأمريكي الذي بدأ في عام ١٩٦٠م بإطلاق القمر (SAMOS) الذي كان يحمل كاميرا في كبسولة يتم إسقاطها على الأرض عند انتهاء عمليات التصوير واستعادة الفيلم منها.

احتاج القمر إلى ٤٠٠٠ صورة لمسح كامل الاتحاد السوفييتي، حيث بلغت مساحة الصورة الواحدة ١٢٠ كم مربع. تلا ذلك إطلاق سلسلة أقمار كورونا (Corona) التي أُطلق منها أكثر من ١٤٠ قمراً بين عامي ١٩٦٠ و ١٩٧٢ سميت فيما بعد بأقمار كي هول (Key Hole).

تعد سلسلة أقمار كي هول -١٢ (KH-12) أحد أهم أقمار الاستطلاع الحديثة، فهو بحجم التلسكوب الفضائي هبل (Hubble)، وقد تجاوزت تكلفته البليون دولار ويصور بدقة ١٠ سم. أطلق أول أقمار كي هول -١٢ في عام ١٩٩٠م على ارتفاع ٢٠٠كم، والثاني في ١٩٩٢م، والثالث في ١٩٩٦م في مدار إهليجي ١٥٣×٩٤٩ كم وبزاوية ميل ٩٧,٩ درجة، ويزن ١٩,٦ طن.

- **الأقمار الروسية:** وتعد من أكثر أنواع أقمار الاستطلاع البصري الروسية نشاطاً فقد تجاوز عددها الألف قمر، حيث كان الاستخدام العسكري أهم أوليات السوفييت عند بداية عصر الفضاء، كما كان هو الدافع لنشاطاتهم الفضائية. وحتى عام ١٩٩٦م أطلق الروس ٨٠٤ أقمار استطلاع فشل ٣٤ منها في الوصول لمداره، حيث تراوحت مهمات الأقمار بين بضعة أيام إلى سنتين.

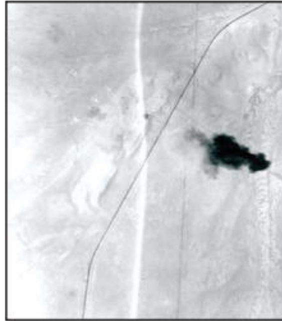
- **أقمار الدول الأخرى:** وتعُد الصين ثالث دولة تصور الأرض، فقد أطلقت عدداً من أقمار التصوير التي تسقط بعد إكمال مهمتها، حيث أطلقت الصين ٢٠ قمراً من نوع (FSW) عبر أربعة أجيال بين عامي ١٩٧٤ و٢٠٠٤م. تكونت أقمار الجيل الرابع ـ تصور بدقة متر واحد ـ من ثلاثة أقمار عملت بين ١٨ و٢٧ يوما. وقد سقط آخرها على سقف أحد المنازل، كما أطلقت ثلاثة أقمار استطلاع بصري من نوع (ZY)، وكان آخرها في أواخر عام ٢٠٠٤م. ورغم إنكار الصين لمهمة القمر العسكرية، فإن المراقبين الغربيين يعتقدون أن القمر يستطيع التصوير بدقة أقل من المترين.

تشغل وكالة الفضاء الفرنسية أقمار الاستطلاع (Helios 1A/1B)، وهي شبيهة بقمر الاستشعار عن بعد (SPOT)، وقد بلغت تكلفتها بليوني دولار. يدور القمر (Helios) في مدار متزامن على ارتفاع ٦٧٥ كم وبزاوية ميل ٩٨,٢ درجة، ويزن ٢٥٠٠ كجم. تصل دقة صور هذا القمر إلى أقل من متر. كما تملك كل من ألمانيا وإسرائيل والهند واليابان أقمار استطلاع متفاوتة الدقة.



\ شكل (١) صورة من القمر KH-12 للصين

وبالرغم من تطور أقمار الاستطلاع البصري إلا أنها لا تستطيع التصوير في الأجواء الغائمة أو في الليل، وهو القصور الذي تعاني منه جميع أقمار التصوير البصرية العسكرية والمدنية. وقد واجهت الاستخبارات الأمريكية مشكلة في الاستطلاع على الاتحاد السوفيتي لوجود سحب كثيفة فوق الأراضي السوفيتية معظم أيام السنة. ولحل هذه المشكلة لجأ العلماء إلى تطوير أقمار الاستطلاع الرادارية.



\ شكل (٢) صورة خلال حرب الخليج الثانية عام ١٩٩١م توضح إصابة منصة لصاروخ سكود قرب القبيسة في العراق.

\ **أقمار الاستطلاع الراداري:** تمثل صور هذه الأقمار انعكاسات أشعة الرادار الصادرة من القمر والموجهة نحو الأرض. تلتقط مستشعرات القمر هذه الانعكاسات، ثم ترسلها إلى المحطات. تمتاز الأقمار الرادارية بالقدرة على رصد الأهداف الأرضية في المساء، واكتشاف بعض الأهداف التي تحتها، وتحركات المدرعات والصواريخ المخبأة تحت الأشجار وفي جميع الظروف الجوية، حيث إن إشارات الرادار تخترق السحب والدخان. وهذه الميزة تفتقدها الأقمار ذات المستشعرات البصرية مع أنها الأكثر دقة ووضوحاً.

أطلقت الولايات المتحدة سلسلة الأقمار الرادارية لاكروس (Lacrosse) ـ تغير اسمها لاحقاً إلى (ONYX) ـ التي تصور بدقة أقل من ٢ م. وهذه الدقة كافية لتصوير معظم الأنظمة والآليات العسكرية. أطلق أول هذه الأقمار في ١٩٨٨م على ارتفاع ٤٤٠ كم والرابع في عام ٢٠٠٠م على ارتفاع ٦٩٠ كم، وهو يزن ١٥ طناً ويحمل هوائي قطره تسعة أمتار، ويبلغ عرض القمر شاملاً الألواح الشمسية ٤٥ م.



شكل (٣) القمر (Lacrosse).

أقمار استطلاع الإشارات

تقوم أقمار استطلاع الإشارات (Signal Intelligence) بالتنصت على الاتصالات العسكرية والمدنية وأجهزة الرادار، وتستهدف مراقبة والتقاط ما تبثه الأجهزة الإلكترونية في القواعد العسكرية والأجهزة الحكومية والأنشطة الاقتصادية، فهي تتنصت على كل ما يُبث في الارض والبحر والجو وحتى الفضاء، ولذا فإنها تمثل أذن القادة العسكريين.

تحمل أقمار استطلاع الإشارات أجهزة استقبال متطورة وحساسة جداً، يمكنها التقاط الإشارات السلكية (مثل المكالمات الهاتفية ورسائل الفاكس)، والإشارات اللاسلكية (مثل إشارات الراديو والرادار وحتى إشارات الأقمار الأخرى). تسجل الأقمار كل المعلومات الملتقطة وترسلها إلى إحدى محطات التحكم الأرضية لتحليلها. وعادة يتم معالجة هذه الإشارات لاستخلاص المعلومات الأساسية منها والبحث آلياً عن كلمات أو بيانات معينة، فهي تكشف أسرار الآخرين (الأعداء والأصدقاء على حد سواء) حتى لو تعذر على أجهزة تحليل المعلومات فك الشفرة، فموقع الاتصال وكمية المعلومات وفترات السكون تكشف عن الكثير.

تكشف أقمار استطلاع الإشارات مواقع أجهزة الرادار وأجهزة الاتصالات العسكرية ونوعها، فتتيح معرفة تشكيل القوات، ومواقع مراكز القيادة والسيطرة، ووضع الاستعداد العسكري لها، ولها دور بارز في الحرب الإلكترونية، من خلال التقاط تردد الإشارات الإلكترونية وسرعة البيانات وطريقة التضمين وخواص الإشعاع. كما تكشف نقاط ضعف أنظمة العدو ونوعية أنظمة الحماية ضد الإعاقة الإلكترونية.

بدأت الولايات المتحدة في إطلاق أقمار استطلاع الإشارات مع بداية عصر الفضاء بالقمر (Ferret) واستمرت في إطلاق أجيال متعاقبة منها، ولكنها محاطة بستار كثيف من السرية، وجميع مصادر معلوماتها غير رسمية.

تلا ذلك أجيال عديدة أكثر تطورا. ويعد برنامج إيشلون (ECHELON) الأمريكي - تقوم بتشغيله وكالة الأمن القومي (NSA) - أهم برنامج التقاط إشارات في العالم. تلتقط أقمار إيشلون إشارات الأقمار الاصطناعية الأخرى وشبكات الميكروويف الأرضية والهاتف النقال والاتصالات السلكية. يتكون البرنامج من عدد من الأقمار، ومحطات أرضية موزعة حول العالم في الولايات المتحدة وبريطانيا وألمانيا وأستراليا. تقع المحطة الرئيسية في بكلي (Buckly) في ولاية كلورادو.

تُرسل الأقمار بياناتها إلى أحد المحطات الأرضية مباشرة أو من خلال أقمار اتصالات عسكرية ثم تصل إلى قاعدة بكلي لتحليلها.

أطلق الاتحاد السوفييتي - روسيا فيما بعد- أكثر من ٢٠٠ قمر مخصصة لاستطلاع الإشارات، كما حملت بعض الأقمار الأخرى (مثل أقمار الاستطلاع البصري) أجهزة استطلاع إشارات كمهمات ثانوية.

تنقسم مهمات أقمار استطلاع الإشارات إلى قسمين حيث يمكن لبعض الأقمار أن تقوم بإحداهما، بينما تقوم الأخرى بكليهما، وهما:

* **استطلاع الاتصالات** (Communication Intelligence - COMINT): وهو التنصت المستمر على أنظمة الاتصالات السلكية واللاسلكية، وتشمل الاتصالات الصوتية والرقمية الأرضية والفضائية.

* **الاستطلاع الإلكتروني** (Electronic Intelligence-ELINT): وهو الكشف عن مواقع الأجهزة الإلكترونية وخواصها، وتشمل أنظمة الرادار وأنظمة التحكم والسيطرة وأنظمة الحرب الإلكترونية.

أقمار الاتصالات والمساندة

تقوم أقمار الاتصالات والمساندة بدور مساعد ومكمل لأقمار الاستطلاع، كتحويل المعلومات والصور من أقمار الاستطلاع إلى الأرض عندما يتعذر الاتصال المباشر بين المحطات الأرضية وأقمار الاستطلاع؛ وذلك لأن معظم أقمار الاستطلاع تدور في مدارات منخفضة؛ فلا تتمكن محطات الاستقبال الأرضية الخاصة بها من التقاط معلوماتها دائماً، لذا فإن غالبية أقمار الاتصالات العسكرية تكون في المدار الثابت.

تطورت أقمار الاتصالات العسكرية خلال العقود الماضية فتشعبت مهماتها وتعددت أنواعها. ومع ذلك فإنه يمكن القول إن هذه الأنواع تقدم ثلاث مستويات من الاتصالات وهي: الميدانية (التكتيكية)، والعريضة النطاق، والمحمية، ولكل منها مواصفات خاصة بتصميم القمر والمحطات الأرضية والتطبيقات المكنة.

يكون الاتصال - عند الحاجة لنقل الاتصالات الصوتية من خلال أجهزة صغيرة ومحمولة (اتصالات ميدانية) - عبر الترددات في نطاق (UHF) هو الوسيلة المثلى، لأن الأجهزة العاملة في هذه الترددات صغيرة ومتحركة وزهيدة الثمن لكن أنظمة الحماية من التشويش ضعيفة الفعالية.

من جانب آخر: تتطلب اتصالات القيادة والسيطرة (المساندة والتكتيكية) قنوات اتصال عالية السعة وهذا ما توفره أجهزة الاتصالات عبر نطاق (SHF) والتي تكون فعاليتها ضد التشويش أفضل من سابقتها، لكن أجهزتها أقل مرونة في الحركة

وأقمارها أكثر كلفة.

ترسل الأقمار العريضة النطاق الاشارات إلى محطات أرضية كبيرة ثابتة أو متنقلة، يكون الاتصال عادة بسرعات متوسطة أو عالية. تتطلب اتصالات القيادة والسيطرة الاستراتيجية وسائل اتصال آمنة متحركة وذات سعات متعددة، ولذا تستخدم الأقمار العاملة على النطاق الترددي (EHF) التي توفر اتصالات أكثر فعالية ضد التشويش من سابقتيها ومرونة عالية في الحركة وسعة متوسطة، إلا أن تكلفتها باهظة جداً.

في بداية عصر الفضاء كانت أقمار الاتصالات العسكرية تجريبية وفي المدارات المنخفضة، وقد تم تطويرها لاكتساب الخبرة في أساسيات الأقمار الاصطناعية ولفحص إمكانيات الأقمار في أغراض الاتصالات، ثم أصبحت الأقمار اللاحقة تؤدى خدمات عسكرية فعلية.

كان القمر الأمريكي سكور(SCORE) ـ أطلق في عام ١٩٥٨م ـ أول قمر اتصالات عسكري، وكان هدفه الأساسي هو: إثبات مقدرة الصاروخ أطلس على الوصول إلى الفضاء. وكان الهدف الثانوي هو: تجربة نظام اتصالات فضائي. ومن أهم أقمار الاتصالات العسكرية ما يلي:

الأقمار الأمريكية

من أبرز أقمار الاتصالات والمساندة في الولايات المتحدة ما يلي:

* **نظام دسكس:** (Defense Satellite Communications -DSCS)

ويعد نظام الاتصالات الأساس للجيش الأمريكي، وهو عريض النطاق، ويستخدم في حالة الاتصال بين الرئيس وقيادة الأسلحة النووية، ويتكون حالياً من خمسة أقمار في المدار الثابت بالإضافة إلى قمرين احتياطيين. تنقل أقمار هذا النظام الصور والمعلومات بين المواقع العسكرية في القواعد والسفن والطائرات.

يوفر هذا النظام اتصالات صوتية ونقل بيانات في النطاق إكس (٧–٨ جيجاهيرتز) مُعمّاة وآمنة ضد التشويش، كما يوفر



الاتصالات الهاتفية الفضائية المباشرة ونظاماً للإنذار المبكر. تستطيع الأقمار توفير الاتصالات للوحدات الميدانية عبر محطات متنقلة ذات هوائي بقطر ٢,٤ م، يمكن لثلاثة جنود تركيبها خلال نصف ساعة.

* **نظام** (Global Broadcast Service - GBS): ويقدم خدمات اتصالات عريضة النطاق لكل القطاعات العسكرية الأمريكية. يتكون النظام من أربعة مستجيبات ترسل على تردد ٢٠ جيجا هيرتز، وتستقبل على تردد ٣٠ جيجا هيرتز ـ نطاق كي إي (Ka-band) ـ وبسرعة بيانات تصل إلى ٢٤ ميجا بت/ثانية وبطاقة ١٣٠ واط. ترسل هوائيات القمر لتغطية دائرة قطرها ١٠٠٠ كم، وتستطيع محطات ذات هوائيات بقطر ٦٠ سم الاتصال بالقمر بسرعة ٢٤ ميجا بت/ثانية.

* **نظام** (Gapfiller): وهو نظام يقدم خدمات اتصالات عريضة النطاق، ويحمل تسع مستجيبات في النطاق إكس، وعشرة في النطاق كي إي لتوفير اتصالات عريضة لعربات متحركة وأنظمة ميدانية. تبلغ سرعة الاتصال ٢٤٠٠ ميجا بت/ثانية، وهي سرعات يتجاوز فيها قمر واحد من أقمار (Gapfiller) قدرات أقمار (DSCS) و (GBS) مجتمعة.

* **نظام عريض النطاق** (Advanced wideband system): وهو نظام جديد للاتصالات يحل بديلاً عن الأنظمة السابقة (DSCS) و (GBS) و (Gapfiller). سيتكون النظام من ثلاثة أقمار ستبدأ في الخدمة في عام ٢٠١٠ م تحت اسم



يسمح النظام للأقمار بالاتصال ببعضها (Crosslink) عبر الليزر ومع الأرض في النطاقات (SHF) و (EHF).

* **نظام ملستار** (Milstar): ويتكون من خمسة أقمار في المدار الثابت للاتصالات العسكرية الأمريكية، وهي من الأقمار المحمية وتقدر كلفته بحوالي ٢٢ بليون دولار، ورديفاً لنظام دسكس، حيث يوفر الاتصال للعمليات الميدانية والاستراتيجية مع القواعد والقاذفات والغواصات والطائرات والمركبات والأفراد. تمتاز أقمار ملستار بالمرونة في قدرتها على توفير اتصالات عبر أنواع عديدة من الأجهزة الأرضية، وفي أي مكان في العالم.

حملت أقمار الجيل الثاني (Block II) من نظام ملستار ـ بدأت عام ١٩٩٥م ـ أجهزة للاتصالات منخفضة ومتوسطة السرعة لتعطي مرونة في الاتصال، حيث يستطيع أي قمر توفير ٣٢ قناة اتصال متوسطة السرعة، و١٩٢ قناة منخفضة السرعة. كما تستطيع الاتصال بأجهزة أرضية منقولة بالعربات أو محمولة يدوياً، تتصل بمحطات ثابتة أو محمولة على طائرات أو سفن أو غواصات.

تختلف هوائيات هذه الأجهزة والمحطات حيث يتراوح قطرها بين ١٤ سم وثلاثة أمتار.

تعد أقمار ملستار أول أقمار تحمل نظام معالجة الإشارة، سواء كانت عسكرية أو مدنية. يسمح هذا النظام للقادة بتأسيس شبكة اتصالات ذات متطلبات متغيرة خلال دقائق فقط. تستطيع أقمار ملستار

الاتصال ببعضها (Crosslink) عبر ترددات لا تستطيع المحطات الأرضية التقاطها؛ لأن الغلاف الجوي للأرض يمتص الإشارات على هذه الترددات. لذا تستطيع محطة أرضية واحدة التحكم بجميع الأقمار مع أن بعضها خارج منطقة تغطية المحطة.

تعد أقمار ملستار أول الأقمار التي تستخدم تقنية .(Frequency Hopping -FH) يرسل القمر للأرض على تردد ٢٠ جيجا هيرتز ويستقبل على تردد ٤٤ جيجا هيرتز ويستخدم التردد ٦٠ جيجا هيرتز للاتصال بين الأقمار في النظام.

* **أنظمة أخرى:** ومنها ما يلي:

ـ يو إف أو (UFO) : وتستخدمه البحرية الأمريكية لتوفير اتصالات بين السفن الحربية والغواصات والطائرات والقيادة.

لاتستطيع محطة أرضية من الاتصال بقمر في المدار المنخفض أو بالمكوك أو المحطات الفضائية إلا في أوقات محددة من اليوم، وذلك لأن القمر يتحرك بالنسبة للمحطة، وعند مروره فوقها فإن الوقت المتاح للاتصال يكون محدوداً جداً، ويعتمد على ارتفاع القمر (حوالي أربع مرات في اليوم، ومن ٥ إلى ١٠ دقائق في كل مرة).

تحتاج المحطات الأرضية لنقل معلومات وإشارات التحكم الأرضية للأقمار منخفضة المدار أو المكوك الفضائي أو المحطة الفضائية الدولية بصفة مستمرة.

ـ نظام (Tracking and Data Rely Satellite - TDRS): وقد أنشيء في عام ١٩٨٣م ليكون حلقة الوصل بين المحطات الأرضية والأقمار منخفضة المدار. يتكون النظام من سبعة أقمار في المدار الثابت ومحطتين أرضيتين، ويقدم اتصال عالمي، وتحويل معلومات أقمار الاستطلاع العسكرية وأقمار الإنذار المبكر والمكوك الفضائي وتلسكوب هابل، وحتى الطائرات والبالونات. عند إطلاق أول قمر عام ١٩٨٣م كان أكبر أقمار الاتصالات وأكثرها تطوراً.

تستطيع الأقمار نقل بيانات بسرعة عالية تتجاوز ٨٠٠ ميجا بت / ثانية، وذلك في نطاق (Ka) في الإشارة الهابطة. أما الصاعدة فتبلغ ٢٥ ميجا بت / ثانية. أما في نطاق (C) فتتراوح سرعة الاتصال بين ٠,٣ و٦ ميجا بت / ثانية.

تستطيع أقمار (TDRS) الاتصال بأكثر من ٢٦ قمراً في آن واحد عبر هوائيين متحركين بقطر خمسة أمتار في النطاقين (S) و (Ku)، وتتغير منطقة تغطية الهوائي في نطاق (S) إلكترونياً، بحيث يستطيع استقبال المعلومات من ٢٠ قمراً في الوقت نفسه. كما يمكن للقمر أن يتصل بالأرض عبر هوائي قطره متران في النطاق (Ku)، إضافة إلى أن الأقمار الأخيرة تحمل أجهزة اتصالات في النطاق (Ka).

أقمار الدول الأوربية

لم تصل أقمار الاتصالات العسكرية الأوربية إلى مستوى الأقمار الأمريكية، بل إن الفجوة بينهما تزداد اتساعاً مع مرور الأيام، حيث إن الفرق في التقنية والميزانية كبير جداً، فميزانية البحث والتطوير العسكري في الولايات المتحدة تبلغ أربعة أضعاف مثيلاتها في دول أوروبا مجتمعة.

تملك بريطانيا سلسلة من أقمار سكاي نت تدور في المدار الثابت، وتقدم هذه الأقمار اتصالات عسكرية وحكومية آمنة من التشويش بين أجهزة ثابتة ومحمولة في البر والبحر. جمعت بعض الدول الأوربية الاتصالات العسكرية والمدنية في أقمار تؤدي المهمتين، وذلك بسبب القدرات التقنية الفضائية المتوسطة المستوى لكل دولة والاحتياجات العسكرية المحدودة. بنت وزارة الدفاع الفرنسية نظام (Syracuse) للاتصالات العسكرية وحُمل على أقمار الاتصالات التجارية الفرنسية (Telecom). أُسندت مهمة تشغيل وإدارة الجزء المدني إلى هيئة الاتصالات الفرنسية.

المراقبة والإنذار المبكر

أدى التخوف من حرب نووية مباغتة إلى إنشاء نظام فضائي للإنذار المبكر ضد أي هجوم صاروخي، من خلال مراقبة أرض العدو لاكتشاف أي صاروخ ينطلق منها. تحمل معظم أقمار الإنذار المبكر مستشعرات حرارية تلتقط وهج الصاروخ المنطلق، كما تحمل هذه الأقمار تلسكوبات ذات قدرة تكبير عالية للكشف البصري عن الصواريخ. وبفضل أنظمة معالجة وتحليل المعلومات المعقدة في القمر يمكن اكتشاف الصواريخ بسرعة ودقة.

تملك الدول المتقدمة مراكز أرضية ضخمة تحتوي على أنظمة تحليل متطورة وقواعد بيانات ضخمة وتفصيلية عن أنواع الصواريخ، ووهج كل نوع، وأطوال الموجات الحرارية (الموجات تحت الحمراء) ومداها، ومواقع قواعد الإطلاق الثابتة والمحمولة على سفن وغواصات. وتجري معظم الأبحاث الحالية لزيادة حساسية هذه المستشعرات كي تستطيع الأقمار اكتشاف الصواريخ بسرعة وبدقة.

عند التحقق من جدية التهديد يرسل مركز القيادة والسيطرة إنذارات للجهات المعنية للتعامل مع التهديد بجدية حتى يثبت العكس. تعتمد سرعة اكتشاف الصاروخ على دقة أنظمة الإنذار المبكر الفضائية، فالصاروخ يستغرق أقل من عشرين دقيقة لبلوغ هدفه إذا انطلق من قواعد أرضية بعيدة وأقل من عشر دقائق إذا انطلق من قواعد قريبة أو غواصات، وعليه يجب أن تلتقط مستشعرات القمر الحرارة المنبعثة من وهج الصاروخ خلال ثوانٍ من انطلاقه ليتمكن القادة من التعامل مع التّهديد.

يعد نظام (MIDAS) الأمريكي أول نظام إنذار مبكر. بدأ هذا النظام في عام ١٩٦١م واستخدم مستشعرات تحت حمراء لمراقبة الصواريخ، وتطورت هذه الأنظمة إلى ما يعرف حالياً بنظام دي إس

بي(DSP) للإنذار المبكر (Defense Support Program Satellite Early Warning System).

تحمل أقمار الجيل الثالث من المنظومة تلسكوب بطول أربعة أمتار مع ٦٠٠٠ كاشف حراري. كما يحمل القمر الذي يزن ٢٣٥٠ كجم كواشف نووية وجزيئية (Particle detectors) وتحمل الأقمار أنظمة اتصال ليزر لمنع التشويش والالتقاط، كما تقوم حاسبات القمر بإدارة أنظمته والمحافظة على مداره. تحمل الأقمار أنظمة إنذار لاكتشاف الأجسام الغريبة التي تقترب منها، كما يوجد بها أنظمة للحماية ضد التهديدات الخارجية، مثل أنظمة الحماية ضد أسلحة الليزر.

يتكون نظام (DSP) حالياً من ثلاثة أقمار، قمر يراقب شرق الكرة الأرضية وقمرين يراقبان غربها. كما تقوم ثلاثة مراكز أرضية بالتحكم بالأقمار واستقبال الإنذارات. يقع المركز الرئيس في قاعدة بكلي في ولاية كلورادو الأمريكية والآخران في أستراليا وأوربا.

تزمع القوات الجوية الأمريكية إنشاء نظام إنذار حديث يتكون من أربعة أقمار في المدار الثابت واثنين في مدار إهليجي مرتفع وأكثر من ٢٠ قمراً في المدار المنخفض. يهدف النظام الجديد إلى الإنذار ضد الصواريخ الاستراتيجية (البعيدة المدى) والصواريخ المتوسطة المدى، كما يهدف إلى الحماية من الصواريخ. ستتمكن الشبكة من تحديد نوع التهديد بدقة عالية جداً، بحيث إنها ستميز بين التهديد الفعلي والأهداف المدنية أو الأهداف التمويهية.

كانت أولى التجارب السوفييتية في عام ١٩٧٢م، مع القمر (Oko) في مدار مولنيا (٣٠٠٠×٤٠٨٠٠كم)، وبدأ العمل فعلياً في نظام الإنذار المبكر عام ١٩٧٦م، ولكنه لم يكتمل إلا عام ١٩٨٠م، عندما حوت الشبكة تسعة أقمار تدور في تسعة مستويات مدارية، يفصل بين كل مستويين متجاورين ٤٠ درجة، ويكمل كل قمر دورتين حول الأرض في اليوم. حمل القمر تلسكوب بقطر ٣٠-٥٠ سم ومستشعرات حرارية، ويرسل القمر الصور مباشرة لمحطات الاستقبال الأرضة.

عزز الاتحاد السوفييتي في عام ١٩٨١ منظومة الإنذار المبكر بإضافة أقمار (Prognoz) تتكون المنظومة من بضعة أقمار في المدار الثابت. اكتملت شبكة الإنذار المبكر الروسية بوجود تسعة أقمار (Oko) وأربعة من أقمار (Prognoz) التي أُطلق منها ١٣ قمراً حتى عام ٢٠٠٣م.

الأقمار الحربية

تحكم قرارات الأمم المتحدة استخدامات الفضاء، فقد نصت على الاستخدام السلمي للفضاء. كما التزمت العديد من الدول بمعاهدات ثنائية أو متعددة الأطراف لحظر استخدام السلاح في الفضاء، مثل المعاهدة بين الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي الموقعة عام ١٩٦٧م، ومع ذلك حاولت وتحاول الدول العظمى تطوير أقمار اصطناعية تحمل أسلحة لضرب أهداف أرضية أو فضائية.

لا يعرف إلا القليل عن هذه الأقمار، فقد طور الاتحاد السوفيتي نظام فضائي لتدمير الأقمار على ارتفاع ٢٣٠-١٦٠٠ كم. يتكون البرنامج من أقمار حربية تتابع القمر المستهدف وتدمره. يوضع القمر الحربي في مدار مبدئي ثم يغير مداره بسرعة وخلال دورتين أو أقل يعترض القمر الهدف، ثم باستخدام الرادار يناور مرة أخرى ويقترب من الهدف ثم تنفجر قنبلة تقليدية لتدمر الهدف. وقد تم إطلاق ٢٠ قمراً حربياً بين عامي ١٩٦٨ و ١٩٨٢م، ونجحت في إصابة الهدف خلال فترة قصيرة من إطلاقها بعد أول أو ثاني دورة حول الأرض.

أعلنت الولايات المتحدة عام ٢٠٠٤م عن نواياها في استخدام الفضاء عسكرياً. وذلك باتخاذ الاستراتيجيات للقيام بضربات استباقية ضد الأقمار الاصطناعية للدول الأخرى. وهو ما يعتبره العسكريون خطوة أساسية في الحروب المستقبلية، فالتفوق الجوي والفضائي مهم في الخطوات الأولى لأي معركة. وتشارك بريطانيا في بعض البرامج الأمريكية.

شملت ميزانية عام ٢٠٠٥م مخصصات لتمويل الأبحاث لتطوير أنظمة فضائية اعتراضية بالإضافة إلى صواريخ استرتيجية خفيفة. وهناك خطط أخرى لوضع ثلاثة إلى ستة أقمار لاستهداف وتدمير الصواريخ لحظة انطلاقها وقبل وصولها لأهدافها.

الأنشطة الثانوية

تشكل العديد من الأقمار الاصطناعية رافداً مساعداً للجهود العسكرية والاستخباراتية للعديد من الدول. فمثلاً أقمار الملاحة الأمريكية والروسية هي عسكرية في الأساس ولا تخفي أهميتها في العمليات التكتيكية والإسناد. كما توفر أقمار الطقس العسكرية معلومات عن الطقس في كافة أرجاء الكرة الأرضية، كما تقدم معلومات مهمة تؤثر في توجيه القوات والقطع البحرية وحتى أقمار الاستطلاع.

شغل سلاح الجو الأمريكي برنامج أقمار الأرصاد العسكرية (Defense Meteorological Satellite Program) التي تراقب الطقس وطبقة الأيونسفير من ارتفاع ٨٣٠ كم. تجمع الأقمار معلومات الطقس لإعطاء قياسات وتوقعات دقيقة عنه لإدخالها ضمن الخطط الاستطلاعية والقتالية. يتكون الجيل السادس من هذه المنظومة من قمرين يقدمان تغطية عالمية للطقس. ويزمع إنشاء نظام جديد يسمى (National Polar-Orbiting Operational Environmental Satellite System - NPOESS) للاستخدامات العسكرية والمدنية.



أقمار الاتصالات

د. عبدالعزيز الصقير

ساهمت أقمار الاتصالات في زيادة مدى وسعة الاتصال وتقليل تكلفته، بسبب كفاءتها العالية، وسعة التغطية، وحجم الاتصالات المنقولة ، وسهولة الإنشاء، ومرونة التطوير وقلة التكلفة. تشكل أقمار الاتصالات أهم أنواع الأقمار الاصطناعية في حياتنا اليومية، فهي التي تنقل المكالمات الهاتفية وتبث البرامج التلفزيونية والإذاعية، وتنقل الصور والخرائط، والأبحاث، والكتب، وبيانات البنوك، وأسواق المال حول العالم .

مكنت أقمار الاتصالات من أن يقوم عدة أشخاص من أطراف المعمورة ومن بعقد مؤتمر على الهواء مباشرة كما لو كانوا في غرفة واحدة.

يتناول هذا المقال أهمية أقمار الاتصالات مقارنة بوسائل الاتصالات الأخرى، وتاريخ أقمار الاتصالات ، ومكوناتها ، وخدماتها ، وأبرز أنظمتها.

وسائل الاتصالات

يمكن تقسيم وسائل الاتصالات إلى ما يلي:

■ وسائل تقليدية

تشمل وسائل الاتصالات التقليدية ما يلي:

* **الاتصال السلكي :** وهو نقل الإشارة عبر كابل نحاسية أو ألياف بصرية ، حيث يتم بواسطتها ربط شبكات الاتصالات الداخلية أو الخارجية بين الدول ، غير أن من عيوبها أنها محددة جغرافياً ، ومكلفة ولاتخدم الاتصالات المتحركة.

* **الاتصال اللاسلكي الخطي:** وفيه يتم نقل الإشارة من محطة لأخرى بخط مستقيم ، على هيئة موجات كهرومغناطيسية أو إشارات الراديو ، ولذا يمكن الاتصال بين محطتين فقط عندما يكون الخط المستقيم بينهما خال من العوائق الطبيعية أو الصناعية ، ولاتختفيان تحت خط الأفق بفعل انحناء الأرض ، ويستخدم هذا النوع من الاتصالات في شبكات الميكرويف. ولتفادي مشكلة انحناء الأرض، ولأجل ربط مناطق متباعدة بالاتصال اللاسلكي الخطي أُستخدمت شبكات الميكروويف التي تتكون من عدة محطات لاستقبال وإعادة الإرسال (Repeaters)، بحيث تبعد كل محطة عن الأخرى ٥٠ كم تقريباً ، بحيث تلتقط كل محطة الإشارات وتحولها للمحطة التي تليها ولكن تواجه هذه الطريقة صعوبة في إنشاء شبكة ميكروويف خلال تضاريس أرضية وعرة ، كما تتأثر كفاءة الشبكة بشدة بالظروف الجوية. فضلاً عن أن الشبكة لا يمكن إنشاؤها على البحار والمحيطات ، كما لا يمكنها تغطية كل اليابسة.

* **الاتصال اللاسلكي غير المباشر:** وفيه ترسل الإشارة إلى الأعلى لتنعكس من طبقة الأيونسفير في الغلاف الجوي فتتجاوز بذلك انحناء الأرض ، وتصل إلى مناطق بعيدة. تستخدم هذه الطريقة لنقل البث الإذاعي، وهي مناسبة لنطاق ضيق جداً من ترددات الإشارات.

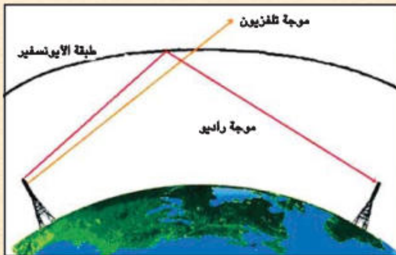
كانت الإذاعة هي الاتصال الوحيد الذي يقطع القارات بعد الحرب العالمية الثانية ، وذلك لأن موجات الراديو تنعكس من طبقة الأيونوسفير في الغلاف الجوي إلى الأرض، فتصل بذلك إلى مناطق بعيدة . لكن هذه الطريقة عانت من عدة صعوبات ، منها:

- أن الإشارات تتأثر بالظروف الجوية ، سواء القريبة من الأرض ، أو في أعلى الغلاف الجوي.
- أن الإشارات ذات التردد العالي القادرة على نقل معلومات كثيرة تخترق الغلاف الجوي ولا تنعكس ، فمثلاً

لا تخترق إشارات البث التلفزيوني الأرضي الغلاف الجوي ولا يمكنها الوصول إلى مناطق بعيدة بسبب الظروف الجوية ، الشكل (١).

■ الاتصالات الحديثة

اتجهت الأنظار - بعد غزو الفضاء - إلى استخدام الأقمار الاصطناعية في الاتصالات لمزاياها الفريدة ، لأن القمر في الفضاء يكون أقل تأثراً بالظروف الجوية ، كما أنه يضخم الإشارة الواردة إليه من الأرض ويعيد إرسالها إلى محطة أخرى بعيدة ، أو إلى قمر آخر ومن ثم للأرض ، الشكل (٢) ، دون أن تتأثر بانحناء الأرض والتضاريس الأرضية . كما أنه عند الحاجة إلى تأسيس شبكة اتصال بسرعة ، فإن الأقمار الاصطناعية هي الحل الأمثل ، حيث يمكن تأسيس محطة اتصالات صغيرة خلال ساعات فقط. وهذا مهم في الحالات الطارئة مثل الكوارث أو كثافة الاتصالات



■ شكل (١) انعكاس إشارات الإذاعة من طبقة الأيونسفير بينما تخترقها إشارات التلفزيون.

المؤقتة كأيام الحج. إضافة لذلك فإن أقمار الاتصالات يمكنها ربط المناطق النائية وتوفير اتصالات ذات تغطية عالمية ومتحركة كالاتصالات المطلوبة للطائرات والسفن والسيارات والأفراد في أي مكان في العالم.

من مزايا الأقمار الاصطناعية ما يلي:

١- الاعتمادية العالية المتمثلة في كفاية الأجهزة.

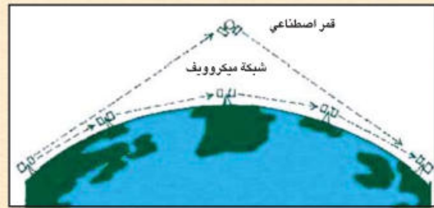
٢- مهارة مشغلي المحطات الأرضية.

٣- المرونة في تأسيس الخدمة بسرعة لاتصالات دائمة أو مؤقتة.

٤- المرونة في نوعية الخدمة المقدمة.

كذلك تكتسب تقنية الاتصالات بالأقمار الاصطناعية أهمية استراتيجية واقتصادية لعدم تأثرها بالكوارث الطبيعية وعمليات التخريب، لأن تكلفة تدمير القمر تتجاوز المكاسب التكتيكية من تدميره. كما أن المحطات الأرضية الخاصة بالأقمار يمكن حمايتها بصورة أسهل من حماية شبكات الميكروويف أو الشبكات السلكية، لقلة عدد المحطات وصغر المساحة المفترض حمايتها. يتحكم بالقمر عادة أكثر من محطة تحكم بالقمر موزعة في مناطق بعيدة، وأحياناً تستخدم محطات في دول بعيدة جغرافياً، كما أن هناك محطات صغيرة متحركة ومحمولة للحفاظ على الشبكة في الحالات الطارئة.

من جانب آخر يعاب على أقمار الاتصالات أن خدماتها محدودة بمواصفات القمر ومداره، فطاقة الإشارة المرسلة من القمر محدودة بالطاقة المتوفرة للقمر التي تعتمد على عدد الخلايا الشمسية والبطاريات، والتي تعتمد بدورها على الوزن الممكن للقمر. كما أن حجم هوائيات الاستقبال في القمر وحساسية أجهزة الاستقبال تضع حدوداً على طاقة الإشارة التي يستطيع القمر استقبالها.



■ شكل (٢) القمر يستقبل الإشارة ويضخمها ويعيد إرسالها.

تاريخ أقمار الاتصالات

بدأت خطوات استخدام الاقمار الاصطناعية ببحث قدمه العالم الأمريكي **بيرس** (John Pierce) عام ١٩٥٥م - قبل إطلاق أول قمر اصطناعي بثلاث سنوات - أشار فيه إلى الجدوى الاقتصادية الكبيرة لاستخدام الأقمار الاصطناعية في الاتصالات. وبعد إطلاق أول قمر اصطناعي، بدأ جلياً أنها هي المستقبل الواعد لاتصالات عالم الغد. وعلى الرغم من البراهين النظرية لأداء أقمار الاتصالات، فإن الشكوك حولها لم تزل حتى عام ١٩٦٢ م، وذلك بعد تجارب أقمار الاتصالات الأولى وتطويرها، وأيضا تطوير محطات الاتصال الأرضية.

بدأ إطلاق أقمار الاتصالات لأول مرة بأطلاق ناسا للقمر (Score) في أواخر عام ١٩٥٨م، وقد بث القمر في اليوم التالى لإطلاقه خطاباً مسجلاً للرئيس الأمريكي **إيزنهاور** موجهاً للعالم بمناسبة عيد الميلاد، ولذلك لايعد (Score) قمر اتصالات حقيقي، لأنه لا ينقل اتصالات من الأرض، بل يرسل تلك الرسالة المخزنة فيه قبل إطلاقه. كان الهدف الأساس من عملية إطلاق (Score) التأكد من استطاعة الصاروخ (Atlas) من الوصول إلى مدار حول الأرض، أما الهدف الثانوي فهو تجربته كجهاز اتصالات.

كان القمر (SCORE) جزءاً من الصاروخ (Atlas)، حيث وُضع جهازا اتصال متشابهان في مقدمة الصاروخ، وأربع هوائيات ملتصقة بسطحه. كان العمر الافتراضي للقمر في الفضاء ٢١ يوماً قبل أن يسقط على الأرض. ولقصر المدة كانت البطاريات هي المصدر الوحيد للطاقة في القمر التي فشلت بعد ١٢ يوماً، وسقط القمر بعد شهر من إطلاقه.

نتيجة للتفاؤل الذي ساد العالم بنجاح أقمار



■ تجهيز الصاروخ أطلس للانطلاق.

الاتصالات، قررت شركة (AT&T) الأمريكية بناء قمر اتصالات تجريبي. هدفت التجربة إلى اختبار نقل جميع أشكال الاتصالات عبر القمر، وإلى بناء محطة أرضية ذات هوائيات ضخمة وتجربتها ومحاولة اكتساب الخبرة في تعقب الأقمار وحساب المدارات ومواجهة مشاكل تصميم أنظمة الاتصالات الفضائية.

أطلقت ناسا في ١٩٦٢م القمر(Telstar1) كأول قمر اتصالات تجاري لحساب شركة (AT&T). صُمم القمر ليستقبل ويضخم الإشارات الأرضية ويعيد إرسالها للأرض ليكون أول قمر اتصالات فعلي. بث القمر أول نقل تلفزيوني فضائي في ١٩٦٢/٧/١٠م، كما تمكن من نقل ٦٠٠ مكالمة هاتفية بالإضافة إلى قناة تلفزيونية واحدة. دار القمر في مدار إهليجي (٩٥٢× ٥٦٣٦ كم) ليقضي أطول فترة في شمال الكرة الأرضية. حيث تمكنت الأجزاء الشمالية من طرفي المحيطين

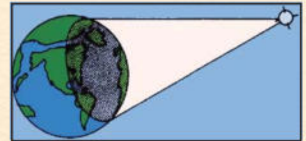


■ القمر تيليستار.

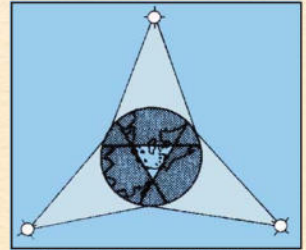
الأطلسي والهادي من الاتصال لعدة دقائق كل ساعة. استمر القمر الذي كان وزنه ٧٧ كلجم بالعمل لمدة سبعة أشهر.

أطلقت ناسا أو اخر عام ١٩٦٢م القمر (Relay) الذي كان يحمل أجهزة اتصال أكثر تعقيداً من القمر (Telstar 1)، وقد تم من خلاله نقل ٣٠٠ مكالمة هاتفية وقناة تلفزيونية.

دارت جميع أقمار البرامج السابقة حول الأرض في مدارات لاتمكنها من الاتصال الدائم بمحطة أرضية معينة، حيث تتصل المحطة الأرضية بالقمر لمدة محدودة قبل أن يختفي خلف الأفق، مما قلل من الاستفادة منها. شكلت محدودية الخدمة هذه حاجزاً يجب تخطيه، وذلك باستخدام المدار الثابت الذي أشار إليه **كلارك** (Arthur Clarke) في١٩٤٥م. يغطي قمر المدار الثابت ٤٢٪ من الأرض دائماً كما في الشكل (٣)، ولذلك فإن نظام من ثلاثة أقمار موزعة في مدارات معينة يجعل من الممكن تغطية الكرة الأرضية. وبذلك يمكن بواسطة هذا النظام نقل الاتصالات من أي مكان على الأرض إلى أي مكان وفي أي وقت، عدا المناطق القطبية غير المأهولة بالسكان، شكل (٤).



■ شكل (٣) التغطية الأرضية لقمر المدار الثابت.



■ شكل (٤) ثلاثة أقمار في المدار الثابت تغطي كل الأرض ما عدا المنطقة القطبية.

في عام ١٩٦٤م أطلقت وزارة الدفاع الأمريكية القمر (Syncom 3) في المدار الثابت، وقد نقل القمر فعاليات أولمبياد طوكيو ١٩٦٤ إلى أمريكا. وفي عام ١٩٦٥م أطلق القمر (Early Bird) كأول قمر اتصالات تجاري في المدار الثابت، كانت مهمة القمر نقل المكالمات التلفونية وقناة تلفزيونية واحدة لخدمة جانبي المحيط الأطلسي، أي أمريكا وغرب أوروبا. كان عمر القمر الافتراضي هو سنة ونصف لكنه استمر في الخدمة لمدة ثلاث سنوات ونصف. ثم تغير اسم القمر فيما بعد إلى إنتلسات ١ (Intelsat 1).

اكتملت تغطية الأرض في عام ١٩٦٩م بثلاثة أقمار إنتلسات في المدار الثابت، أي بعد ٢٥ سنة من اقتراح **كلارك**، وبعد ١٢ سنة من إطلاق سبوتنك. بعد ١١ يوماً من إطلاق ثالث الأقمار هذه - أي في ١٩٦٩/٧/٢٠م - شاهد نصف بليون نسمة على شاشات تلفزيوناتهم هبوط المركبة أبوللو ١١ (Apollo 11) على سطح القمر عبر نقل الحدث خلال شبكة أقمار إنتلسات.

من أهم عيوب أقمار المدار الثابت أنها لا تغطي إلا المناطق الواقعة بين خطي العرض ٧٥ شمال و٧٥ جنوب، مما خلق مشكلة للاتحاد السوفيتي، حيث إن له مناطق مهمة تقع شمال خط العرض ٧٥ شمال. خاصة وأن أقمار المدار المنخفض لا توفر اتصالات عملية. ولحل تلك المشكلة أطلق الروس القمر مولنيا (Molniya) في مدار إهليجي (٤٠٠×٤٠٠٠٠كم) كأول نوع من هذه الأقمار، تبلغ فترة القمر المدارية ١٢ساعة، أكثر من ثماني ساعات منها فوق شمال الكرة الأرضية.

مكونات أقمار الاتصالات

تزود جميع أقمار الاتصالات بعدد معين من أجهزة الاتصالات يسمى كل منها بالمستجيب (Transponder)، حيث يعمل كل مستجيب على تردد مستقل ومختلف عن المستجيبات الأخرى في القمر نفسه



■ القمر سينكوم ٣.

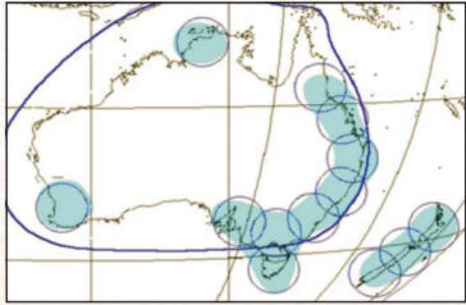
والأقمار الأخرى. ويتكون جهاز المستجيب من هوائيات وجهاز استقبال، ومضخمات الإشارة، وأجهزة لمعالجة الإشارة، وجهاز إرسال.

تمرر الإشارة من هوائي الاستقبال إلى مضخم إشارة ثم إلى جهاز الاستقبال الذي أحياناً يصححها من الأخطاء إن وجدت، ثم إلى جهاز تغيير التردد - لأن تردد الإشارة الهابطة إلى الأرض يجب أن يختلف عن تردد الإشارة الصاعدة لمنع التداخل بين الموجتين - ثم إلى مضخم إشارة ثاني يتصف بالتضخيم العالي، ثم الإرسال ليتم بثها للأرض.

وحيث إن المسافة بين الأرض والقمر كبيرة، فإن الإشارة تصل ضعيفة جداً (واحد من البليون من الواط)، لذا يجب تصميم المحطات الأرضية والقمر بدقة كافية لالتقاط هذه الإشارة بواسطة هوائيات كبيرة وأجهزة حساسة جداً.

تستخدم أقمار الاتصالات ترددات عديدة من أشهرها نطاق سي (C) المشهور في الأجيال الأولى، وبما أن هذا النطاق أصبح مزدحماً، فقد اتجهت الأقمار الجديدة - تفادياً لتداخل الاشارات - إلى استخدام النطاقين كي يو (Ku) وكي أي (Ka) اللذين يتأثران بالمطر والغبار أكثر من نطاق سي (C).

تكون التغطية إما بهوائي يغطي كل المنطقة التي يراها القمر فيما يسمى بالتغطية العالمية (Global Coverage) - من الأرض -، أو من خلال تغطية أجزاء من المنطقة بواسطة مايسمى بالشعاعات



■ شكل (٥) مناطق تغطية قمر الاتصالات.



■ شكل (٦) البث الفضائي.

المحلية (Spot beams) ، شكل (٥) ، حيث تعد التغطية الجزئية مفيدة في حالة تغطية المدن فقط دون البحار والصحاري ، لتوفير الطاقة التي يستهلكها القمر وتوجيهها إلى المناطق الأكثر أهمية ، أو لتركيز الطاقة في منطقة صغيرة ، لتكون الأجهزة الأرضية المتصلة بالقمر صغيرة. كما يمكن تكوين نظام خلوي من هذه الشعاعات المحلية يسمح باستخدام نفس التردد في أكثر من خلية (Frequency Reuse).

خدمات أقمار الاتصالات

يوجد العديد من الخدمات التي تقدمها أقمار الاتصالات من أهمها ما يلي:

■ المكالمات الهاتفية

تقوم المحطات الأرضية باستقبال مكالمات المتصلين من خلال شبكة اتصالات أرضية ، ثم ترسلها إلى القمر الذي يعيد إرسالها إلى محطة أخرى ليتم توزيعها بعد ذلك إلى المستفيدين عبر الشبكة الأرضية ، ومن أهم الأقمار التي تقوم بتقديم هذه الخدمات أقمار انتلسات وعربسات ، كما يمكن للفرد أن يرسل ويستقبل الإشارات من جهازه ، ومن أهم الأقمار التي تقدم هذه الخدمة أقمار الثريا وإنمارسات.

■ البث التلفزيوني

حل البث التلفزيوني الفضائي مشاكل البث الأرضي ، لأن القمر في المدار الثابت يغطي ثلث الأرض ، كما أنه لا توجد عوائق بين القمر والأرض. عند بداية البث الفضائي كانت هوائيات المنازل كبيرة ومكلفة وتبث الأقمار أقل من ٤٠ قناة فقط. وبعد التطورات التقنية في العشر سنوات الماضية أصبحت الهوائيات اليوم صغيرة ورخيصة. وفي تطور جديد تحولت الأقمار الجديدة إلى البث الرقمي (Digital) بدلاً من التماثلي (Analog) واستطاعت الأقمار بث أكثر من ٢٠٠ قناة. وحالياً يبث أكثر من ٢٠٠ قمر آلاف القنوات حول العالم ، فمثلاً تبث أقمار عربسات أكثر من ١٠٠ قناة تلفزيونية.

ترسل المحطات التلفزيونية برامجها إلى المحطة الأرضية المركزية سلكياً عبر شبكات أرضية أو لاسلكياً (عبر أقمار اصطناعية). تعالج المحطة المركزية البرامج وتجهزها لإرسالها إلى القمر بعد تحويلها من إشارات تماثلية (Analog) إلى بيانات رقمية (Digital)، ثم ترسل إلى القمر الذي يضخمها ويعيد إرسالها إلى الأرض ، شكل (٦).

تمر بيانات برامج التلفزيون قبل أن ترسل إلى القمر بعدة عمليات معالجة أهمها :

* **عملية الضغط :** وتعمل على تقليص حجم البيانات لتصل إلى عُشر حجمها الأصلي، فمثلاً يتم حفظ البرامج التي تحتوي على حركة سريعة كالمباريات إلى الثلث ، بينما تضغط البرامج الأخرى كالأخبار إلى السدس، وتضغط الأفلام السينمائية إلى الثمن، وعليه فإن عملية الضغط مكنت الأقمار من مضاعفة عدد القنوات بحوالي ستة أضعاف.

* **عملية الترميز (Coding):** وتهدف إلى إضافة رموز لتصحيح الأخطاء التي تحصل للإشارات الكهرومغناطيسية.

* **عملية التعمية (Encryption) :** وتهدف إلى تمكين المشتركين فقط من استقبال البث.

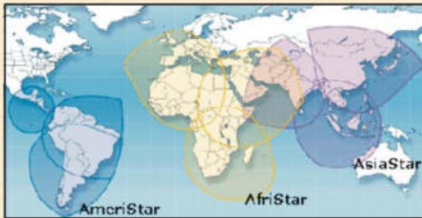
* **الاستقبال :** وفيها يستقبل الهوائي المنزلي هذه الإشارة ويمررها إلى جهاز الاستقبال الذي يعالجها بعكس العمليات التي تمت عليها في المحطة المركزية ، حيث يحولها من إشارة رقمية إلى إشارة تماثلية يتعرف عليها جهاز التلفزيون.

■ البث الإذاعي

تبث العديد من أقمار الاتصالات البرامج الإذاعية في إحدى الصورتين التاليتين:

* **مباشرة من القمر:** حيث تستقبل أجهزة راديو فضائية اشارات الأقمار الرقمية من أشهر أقمار البث الإذاعي المباشر تلك الخاصة بالنظام العالمي (Worldspace) الذي يبث أكثر من ٥٠ محطة رقمية عبر قمرين هما (Afrostar) و(Asiastar) في النطاق الترددي ١٤٦٧-١٤٩٢ (MHz L-Band) ، ومن المتوقع إطلاق قمر ثالث لتغطية أمريكا الجنوبية كما في الشكل (٧).

* **مصاحبة للبث التلفزيوني:** وفي هذه الحالة تعالج أجهزة الاستقبال التلفزيونية البرامج الإذاعية.



■ شكل (٧) مناطق التغطية الإذاعية لأقمار (worldspace).

■ نقل البيانات

تعمل أنظمة الاتصالات الفضائية على نقل البيانات التي تتفاوت في حجمها وسرعتها، ويمكن تقسيمها إلى مايلي:

* البيانات ذات السرعات العالية: ويتم نقلها عبر نظام يتكون من بضعة أقمار في المدار الثابت، وبضع محطات ضخمة ومكلفة. يستطيع النظام نقل بيانات بسرعات تصل إلى مليوني نبضة في الثانية (Mbps) لعدد قليل من المستخدمين بين محطة وأخرى. يحتاج هذا النظام إلى محطات أرضية كبيرة الحجم ومكلفة التشغيل وصعبة النقل وبطيئة التأسيس، ومصممة للتعامل مع كميات ضخمة من المعلومات.

* البيانات ذات السرعة المتوسطة: ويتم نقلها من خلال محطات صغيرة مستقلة مزودة بهوائيات صغيرة وأجهزة غير معقدة متنقلة وغير مكلفة، حيث تستخدم هذه المحطات نظام في سات (Very Small Apreture Terminal -VSAT)، الذي يعد وسيلة قياسية لربط الأعمال المتوسطة معلوماتياً مثل البنوك والإنترنت.

* البيانات الصغيرة: وتمثل الاتصالات الشخصية (Personal Communication Services -PCS) والتي أدى تطورها إلى تزايد الطلب على خدمة نقل البيانات الصغيرة من أجهزة محمولة. حيث لايناسب النظامين السابقين استخدامات البيانات الصغيرة، لأن تحقيق ذلك يتطلب نظام يتكون من أقمار في المدار المنخفض يسمح بتصغير الأجهزة المحمولة، لأن طاقة الإرسال وزمن التأخير ستكون أقل بسبب قصر المسافة. وقد طورت أنظمة لتلبية هذه الخدمة تتكون من عشرات الأقمار في المدار المنخفض والمتوسط مثل (Globalstar) و(Iridium) و(Orbcomm).

■ خدمات أخرى

تقدم أقمار الاتصالات خدمات أخرى متنوعة، قد يعد بعضها جزءاً من الخدمات السابقة، لكن لها نوع من الخصوصية. فأقمار الاتصالات تنقل معلومات الإنترنت لربط مقدمي الخدمة بشبكة الإنترنت، أو لربط المستخدم بالشبكة مباشرة، وخاصة في المناطق النائية والأجهزة المحمولة. كما يمثل الربط بشبكة الإنترنت بديلاً مهماً للربط اللاسلكي في أوقات الذروة والكوارث وأوقات صيانة الشبكة الرئيسية.

تربط أقمار الاتصالات المستشفيات حول العالم (Telemedicine) لنقل صور الأشعة، ونتائج التحاليل المختبرية بين المستشفيات، للاستشارة أو لنقل العمليات الجراحية والمحاضرات. كما تقدم أقمار الاتصالات خدمة التعليم عن بعد (Tele education) لنقل الدروس والمحاضرات حول العالم، ففي الهند مثلاً تقدم الأقمار الهندية (INSAT) هذه الخدمة إلى آلاف القرى. ويوجد نظام مماثل في الصين حيث يستفيد منه ثلاثة ملايين طالب.

أبرز أنظمة أقمار الاتصالات العالمية

تقدم العديد من أنظمة الاتصالات الفضائية خدماتها حول العالم، ومع التقدم التقني المتسارع ومتطلبات السوق أمكن إضافة العديد من الأنظمة الجديدة، منها:

■ إنتلسات

تعتبر أقمار إنتلسات (INTELSAT) أهم أنظمة أقمار الاتصالات، حيث بدأت بالقمر (Early Bird) الذي أطلق في ١٩٦٤م لحساب الاتحاد الدولي لأقمار الاتصالات (إنتلسات) الذي تأسس في تلك السنة من ١١ دولة، ثم تتابع إطلاق أقمار إنتلسات لتكون أكبر مقدم خدمة لاتصالات الأقمار الاصطناعية في العالم، وتخدم أكثر من ٢٠٠ دولة، وقد أطلقت هذه المنظمة خلال الأربعين سنة الماضية ثماني منظومات من أقمار الاتصالات في المدار المتزامن، تتكون كل منظومة من أربعة إلى خمسة أقمار. وتملك المنظمة حالياً ٢٠ قمراً توفر ٧٠,٠٠٠ ساعة بث تلفزيوني و١٣٣٠٠٠ قناة هاتفية.

■ إنمارسات

تأسست إنمارسات (The International Maritime Satellite Organization -Inmarsat) في عام ١٩٧٩م كمنظمة دولية من ٧٩ عضواً لتوفير خدمة الاتصالات للسفن عبر الأقمار الاصطناعية، وبدأت الخدمة عام ١٩٩٠م، حيث استأجرت في البداية قنوات اتصال من أقمار انتلسات وماريسات (MARISAT) وأخرى. ثم أطلقت أول أقمارها في عام ١٩٩٠م، ثم توسعت خدماتها في عام ١٩٨٩م لتشمل نقل مكالمات المسافرين في الطائرات، ثم شملت خدماتها مؤخراً الاتصالات البرية المتنقلة. وتقدم إنمارسات خدمة نقل الاجتماعات (Video Teleconferencing) وربط المستشفيات (Telemedicine)، كما تقدم خدمة ربط الإنترنت مع المشترك مباشرة. كما ترتبط مئات الآلاف من الأجهزة المحمولة بالقمر مباشرة للاستفادة من الخدمات المختلفة التي من أهمها المكالمات الهاتفية المباشرة عبر القمر، ونقل البيانات المتوسطة السرعة.

يتكون نظام إنمارسات من تسعة أقمار في المدار الثابت (أربعة منها أساسية) وأربعين محطة أرضية في ٣١ دولة. تربط هذه المحطات أقمار إنمارسات بالشبكة المحلية، ويرسل القمر عبر شعاع عالمي و عدة شعاعات محلية(Spot beams) لخدمة المناطق المزدحمة ولاستخدام طرفيات أصغر حجماً يصل عددها إلى سبعة توجه بحسب الحاجة.

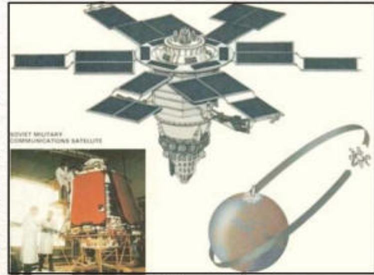
■ عربسات

أنشئت المنظمة العربية للاتصالات الفضائية(عربسات) في عام ١٩٧٦م، لتتولى إنشاء شبكة اتصالات فضائية للدول العربية. صنعت شركة إيروسباسيال الفرنسية أول أقمار المنظمة (عربسات ١أ) وأطلقته بواسطة الصاروخ الفرنسي أريان في عام ١٩٨٥م في المدار الثابت بالموقع ١٩ درجة شرقاً. وأطلق القمر الثاني عربسات ١ب من المكوك ديسكفري في نفس العام على المدار ٢٦ شرقاً.

تمكن القمران من تغطية العالم العربي كله، ونقل المكالمات الهاتفية والبث التلفزيوني والإذاعي. استمرت المنظمة في إطلاق المزيد من الأقمار آخرها عربسات ٣أ.

■ مولونيا

تمثل المنظومة الروسية مولونيا (Molniya) ـ البرق باللغة الروسية ـ أحد


■ قمر مولونيا.

أشهر أقمار الاتصالات الروسية وأكثرها أهمية. وذلك لأن معظم الأراضي الروسية تقع شمال خط الطول ٤٥ شمال ، وقمر المدار الثابت لا يمكنه تغطية تلك المناطق. أطلق أول قمر في المنظومة اختباري في ١٩٦٤م وحتى الآن أطلق أكثر من ١٥٠ قمر منها.

تدور هذه الأقمار في مدار اهليجي (٤٠٠ - ٤٤٠٠٠ كم) وبزاوية ميل ٦٢,٨ درجة. تقع نقطة الحضيض في حنوب الأرض ، ونقطة الأوج في شمالها لتغطية الأراضي الروسية. يكمل القمر دورة كل ١٢ ساعة ،ثماني ساعات منها فوق روسيا. وبوجود ثلاثة إلى أربعة أقمار موزعة جيدا في المدار يكون على الأقل أحدها فوق روسيا ليبقى الاتصال مستمراً طوال الوقت حيث يتحول الاتصال من قمر لآخر.

■ أقمار المدار المنخفض

برزت خلال السنوات الخمس الماضية أقمار اتصالات في المدار المنخفض. ومن المعلوم أن هذه الأقمار ليست ثابتة للمراقب من الأرض ، ويجب على المتصل بها أن يتابع مرور القمر الذي يتكرر عدة مرات في اليوم ولدقائق فقط. ولكن لقربها من الأرض (٦٠٠-١٠٠٠ كم) فإنها تحتاج إلى طاقة إرسال ضئيلة جداً بالمقارنة مع أقمار اتصالات المدار الثابت.

تستطيع أقمار الاتصالات المنخفضة المدار الاتصال بأجهزة أرضية صغيرة ومحمولة لنقل البيانات الصغيرة الحجم أو المتقطعة وغير المستمرة ، لذا فهي لا تصلح للبث التلفزيوني أو حتى للاتصال الصوتي إلا لفترات قليلة أو عند وجود عدد كبير من الأقمار (العشرات).

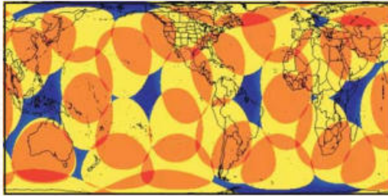
توفر أقمار الاتصالات المنخفضة المدار عشرات التطبيقات الأرضية التي تستغل بصورة تجارية وفعالة، ومن أهم هذه التطبيقات مايلي:

* **مراقبة أنابيب النفط :** حيث يتم مسح آلاف الكيلومترات في المناطق الصحراوية التي يحتاج مشغلوها الحصول على معلومات هامة مثل ضغط الزيت في عدة نقاط من الشبكة كل عدة دقائق فقط، حيث يصعب إرسال ومثل هذه المعلومات القصيرة يصعب إرسالها في شبكات أرضية سلكية أو لاسلكية لتكلفتها الباهظة في الإنشاء أو التشغيل. وقد تمت تجربة أقمار سعودي كمسات لتقديم مثل هذه الخدمات في المملكة.

* **تعقب المركبات المتنقلة:** ومنها الشاحنات على الطرق والحاويات في البحار، وبهذا يمكن لمسؤولي الشحن من معرفة مكان الحاوية مرة أو مرتين في اليوم فقط. تزود الحاوية بجهاز صغير الحجم يعمل بالبطارية، فيرسل هذا الجهاز موقع الحاوية مباشرة إلى القمر الذي يرسل تلك المعلومة إلى المستخدم إما مباشرة أو إلى محطة استقبال صغيرة تضع المعلومة في شبكة الإنترنت.

من عيوب أقمار الاتصالات المنخفضة المدار في حالة تعقب المركبات مشكلة تأثير دوبلر(Doppler effect) . وهو التغيير في تردد الإشارة نتيجة لحركة القمر بالنسبة للمستخدم. فكلما زادت السرعة النسبية بين القمر والمحطة الأرضية زاد تغير التردد. وللتغلب على ذلك يجب على المحطات الأرضية (أو القمر) تغيير التردد خلال الاتصال في الإشارتين الصاعدة والهابطة.

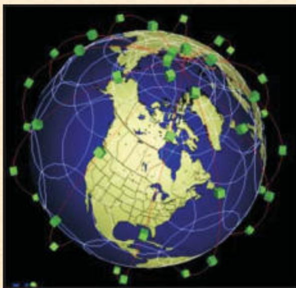
* **نقل الرسائل القصيرة :** وفيها تنقل الأقمار رسائل نصية قصيرة - أقل من ١٠ كيلوبايت - بواسطة أقمار المدار المنخفض ومنها نظام (Orbcomm) الذي


■ شكل (٨) مناطق تغطية نقل الرسائل القصيرة.

يتكون من ٣٦ قمراً تدور على ارتفاع ٨٢٥ كم ، ويوضح الشكل(٨) مناطق تغطية أقمار النظام للأرض في وقت محدد.

يلاحظ أن بعض المناطق (ذات اللون الأزرق) لا ترى أياً من الأقمار ، والبعض الآخر يرى أكثر من قمر (ذات اللون البرتقالي) ولكن معظم المناطق (ذات اللون الأصفر) تستقبل من قمر واحد . لذا فإن أقمار (Orbcomm) لا تستخدم للاتصال الهاتفي الذي يتطلب وجود تغطية دائمة غير متقطعة. حيث إن الأقمار ليست ثابتة فإن مناطق التغطية تتغير باستمرار.

تقدم شركة (Iridium) خدمة الاتصالات الهاتفية ونقل البيانات مباشرة من الجهاز إلى الأقمار الاصطناعية في أي مكان في العالم. تتكون المنظومة من ٦٦ قمراً تدور على ارتفاع ٧٨٠ كم في ست مستويات مدارية وبزاوية ميل ٨٦,٤ درجة. تستطيع أي نقطة على الأرض رؤية قمر أو اثنين في أي وقت. يوضح الشكل التالي توزيع الأقمار.


■ توزيع أقمار الاتصالات الهاتفية ونقل البيانات.



أقمار الطقس

د. عبدالعزيز الصقير

يلعب الطقس دوراً حيوياً في حياة الإنسان وصحته، وتنمية مجتمعه واقتصاده. كما يلعب دوراً في تحديد نوع النبات الصالح للزراعة، وكمية الأمطار والثلوج الساقطة وكمية المياه في السدود، إضافة الى تأثيره على كافة وسائل المواصلات البرية والبحرية والجوية من حيث السلامة والراحة، ومن الناحية الاقتصادية، والسياحة والصيد البري والبحري والبناء والاتصالات ومحطات توليد الطاقة من الشمس والرياح، والعمليات العسكرية والاستخباراتية. يتضح مما ذُكر آنفاً: أن التوقع الصحيح لما سيحدث في الطقس على المدى القريب والبعيد سيكون له أهمية في حياة الإنسان وراحته ورفاهيته.

كانت احتمالات صحة توقعات الطقس حتى وقت قريب ضئيلة، كما أن الإنذار من الكوارث المناخية يكاد ينحصر في دقائق قليلة قبل الكارثة، ولكن بظهور الأقمار الاصطناعية ظهرت تقنيات جديدة تسمح بمراقبة الطقس في جميع مناطق الكرة الأرضية وعلى مدار الساعة. بينما ـ في السابق ـ كانت المراصد الأرضية تراقب أقل من خمس مساحة الأرض ولبعض الوقت فقط، مما أدى إلى تحسن دقة التوقعات وإعطاء إنذار سريع عن الكوارث. ويلاحظ أنه على الرغم من قوة الأعاصير الحالية، إلا أن الخسائر البشرية قلت ـ بفضل الله ـ عن ما كان في الماضي بسبب التوقعات الدقيقة والسريعة للطقس.

يتكون الغلاف الجوي للأرض من طبقة رقيقة من الغازات ـ مقارنة بقطر الأرض الذي يبلغ ١٢٨٠٠كم ـ ويبلغ سمكها أقل ١٠٠٠ كم يتركز معظم كتلته في طبقة يصل ارتفاعها إلى أقل من ٨٠ كم. تحدث كل الظواهر الجوية داخل هذا الغلاف، لذا فإن مراقبة هذا الغلاف من الأعلى توضح السمات الرئيسة لطبقاته المتعددة، مثل الحرارة والضغط والرطوبة والرياح. وبذلك يتكامل الرصد الفضائي مع الرصد الأرضي للجو.

تاريخ أقمار الطقس

بدأت أقمار الطقس بالقمر الأمريكي إكسبلورر ٧ (Explorer 7) الذي أُطلق في عام ١٩٥٩م وقام بأول قياس فضائي للطقس. حيث كانت من ضمن حمولته أدوات لقياس تغيرات الطقس.

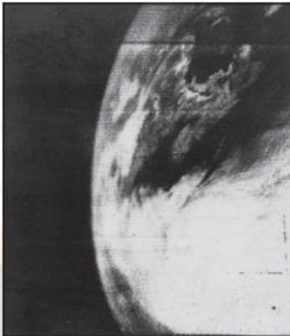
ويعد القمر الأمريكي تايروس-١ (Television and InfraRed Observation Satellite-TIROS1) أول قمر طقس فعلي، حيث أُطلق عام ١٩٦٠م على ارتفاع ٦٠٠ كم حاملاً كاميرا تلفزيونية ذات دقة منخفضة، وكاميرا تصوير حرارية. استطاع القمر أن يسجل تكوينات السحب في طبقات الجو المختلفة، يوضح الشكل (١) أول صورة للأرض أُخذت من القمر تايروس.

أثبتت الأقمار الاصطناعية منذ أيامها الأولى أن لها أهميتها في حياة الناس اليومية، فقد أرسل القمر تايروس أكثر من ٢٣٠٠٠ صورة للأرض خلال مدة عمله. وخلال خمس سنوات التى تلت إطلاق القمر تايروس: تم إطلاق تسعة من هذه الأقمار في المدار القطبي والمتزامن مع الشمس مجهزة بمجسات أفضل. كان الهدف الأساسي من إطلاق هذه الأقمار هو: إظهار مقدرة الأقمار الاصطناعية على تفسير الظواهر الجوية للعلماء والهيئات الحكومية.

تقنيات أقمار الطقس

تقوم أقمار الطقس برصد الأرض والقيام بقياسات عديدة للأرض والغلاف الجوي، تساعد أخصائيي الطقس في توقع حالته، والتحذير من أي كوارث يمكن أن تحدث في الأيام القادمة في أي مكان في العالم، ومن أمثلة تلك القياسات:

- مراقبة الغيوم وتحديد نوعها وارتفاعها.
- مراقبة و قياس كمية بخار الماء في الغلاف الجوي.
- قياس الإشعاعات من سطح الأرض والغلاف الجوي.
- قياس درجة حرارة سطح الأرض والمحيطات.



■ شكل (١) أول صورة فضائية للأرض من القمر تايروس ـ١ (أبريل ١٩٦٠م).

ـ مراقبة التيارات المائية في المحيطات والبحار.
ـ مراقبة الثلوج الساقطة.
ـ مراقبة الغابات وحركة الجليد في القطبين.
ـ مراقبة البراكين وحركة سحب الرماد المندفعة منها.
ـ مراقبة تيارات الهواء البارد.
ـ قياس درجة الحرارة والضغط في طبقات الجو المختلفة، وسمك كل طبقة.
ـ استقبال المعلومات من محطات جمع المعلومات البيئية والمناخية المنتشرة في اليابسة والبحار، وتحويل هذه المعلومات إلى المحطة المركزية.

تُجمع تلك المعلومات الفضائية مع القياسات الأرضية لعناصر الطقس، ومن خلالها يستطيع خبراء الأرصاد توقع الأجواءللأيام القادمة باستخدام نماذج رياضية تحاكي ما يحدث عادة بالطبيعة. يتطلب حل النماذج الرياضية عمليات حسابية معقدة وطويلة جداً. تقوم حاسبات آلية بحلها، مما يتيح للمختصين استنتاج نوع الظواهر المناخية في كل منطقة ودرجة قوتها وزمن حدوثها ومدة استمرارها، أي منذ بدايتها حتى نهايتها.

يُنبئ شكل وحجم السحب عن نوع الطقس في تلك المنطقة، كما تكشف عدة صور متتالية تغيرات الطقس وسرعة واتجاه حركة العواصف. تستطيع أقمار الطقس قياس سمك طبقات الغلاف الجوي وذلك عن طريق: مجسات خاصة لغازات كل طبقة، ومن ذلك يمكن تحديد مناطق الضغط الجوي المرتفع والمنخفض؛ وبالتالي توقع اتجاه الرياح وحركة السحب. كما تستطيع الأقمار قياس الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من طبقات الجو، وبالتالي حساب درجات الحرارة في تلك الطبقات. كما تكشف الصور المتتابعة للسحب مراكز الضغط المنخفض واتجاهات الرياح وسرعتها.

تتابع أقمار الطقس تطور الظواهر المناخية الإقليمية والعالمية والتي تؤثر على مناخ الأرض كلها، فهي تراقب العواصف الترابية والأمطار المسببة للفياضانات، كما تتابع الظواهر المؤثرة على مناطق كبيرة مثل الأعاصير والتيارات البحرية مثل ظاهرة النينيو. كذلك تقوم أقمار الطقس بمراقبة بيئة الأرض مثل: حركة الملوثات الكيميائية والإشعاعية ومراقبة التوازن الحراري بين اليابسة والمحيطات، كما تستطيع هذه الأقمار قياس تركيز غازات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والأوزون (O_3).

تعرف العلماء بعد عدة عقود من مراقبة طقس الأرض على أكثر من عشرين عاملاً مؤثراً فيه، ساهمت أقمار الطقس في كشف بعضها وتعميق مفهومنا للبعض الآخر. وكلما تحسنت قياسات هذه العوامل كلما انكشفت بعض أسرار الطقس وأصبحت التوقعات المستقبلية أقرب للواقع.

تحمل أقمار الطقس العديد من المجسات لقراءة عناصر الجو المختلفة، ومن أشهرها راديومتر المسح الدوّامي للأشعة المرئية وتحت الحمراء (Visible and Infrared Spin Scan Radiometer - VISSR)، هو جهاز لقياس كثافة الطاقة الإشعاعية في نطاق الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء. يدور هذا المجس حول نفسه بسرعة عالية تقدر بحوالي ١٠٠ لفة في الدقيقة لمسح الأرض من الغرب إلى الشرق. وتتحرك مرآة المجس للمسح من الشمال إلى الجنوب، بمعدل أقل من واحد من الألف من الدرجة لكل لفة للمجس.

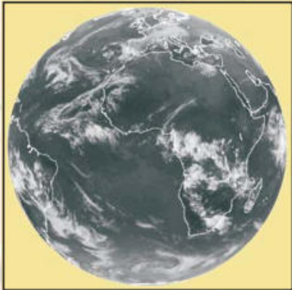
يقيس المجس في كل دورة مقدار الطاقة الإشعاعية المنعكسة أو المنبعثة من الأرض في النطاق البصري (الضوء المرئي) والأشعة تحت الحمراء، فيلتقط المجس الطيف البصري من الأرض والذي هو انعكاس لضوء الشمس، كما يلتقط الحرارة المنبعثة من سطح الأرض وأعالي الغيوم على شكل أشعة تحت حمراء في النهار والليل، ثم يحوّل المجس كمية الطاقة المقروءة (البصرية أو الحرارية) إلى إشارات كهربائية.

توضح صور الطيف البصري أن المناطق المغطاة بالسحب تكون بيضاء، بينما تكون المناطق الصحوة رمادية، شكل (٢). وكلما زادت كثافة السحب زاد الضوء المنعكس وأصبحت أكثر بياضا. من جانب أخر تبين صور المجسات تحت الحمراء ـ تستخدم في معظم النشرات الجوية التلفزيونية ـ اختلاف الحرارة، فالألوان الداكنة تبين المناطق الدافئة، كما يمكن بهذا المجس قياس ارتفاع السحب لأن السحب المنخفضة تكون عادة أسخن من المرتفعة لذا فهي تبث إشعاعات أكثر. لذا تبدو السحب المنخفضة رمادية اللون بينما السحب المرتفعة بيضاء، كما في الشكل (٣).

يقرأ المجس في كل دورة له خطاً من الصورة، تتكون الصورة النهائية من آلاف الخطوط. ويستطيع المجس إنتاج صورة لمنطقة التغطية الأرضية كل عشرين دقيقة، ويرسلها للأرض على شكل صورة أسود وأبيض. تعبر هذه الصور عن معلومات الطقس،حيث يترجم التغيرفي درجات



■ شكل (٢) صورة بصرية .



■ شكل (٣) صورة حرارية .

الحرارة إلى تغير في تدرجات اللون الرمادي، وبذلك يتمكن محللو الطقس من الاستفادة من هذه الصور في تحديد ومتابعة الظواهر الجوية العنيفة مثل الأعاصير والأمطار الشديدة، وتوقع الكوارث الجوية قبل أن تصل إلى المناطق المأهولة.

وأحيانا تستخدم الألوان في التعبير عن درجات الحرارة وتكون الصورة النهائية أكثر وضوحاً. يلعب الحاسب الآلي دوراً مهما في القيام بالعمليات الحسابية المعقدة، وأصبح في الإمكان بواسطته توقع الطقس لسبعة أيام قادمة بدقة عالية.

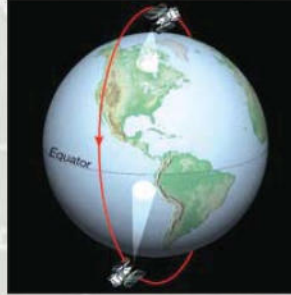
وهناك نوع آخر من مجسات أقمار الطقس يضيف بعداً ثالثاً لصورة الطقس هو مسبار (Visible and Infrared Atmospheric Sounder-VAS) الذي يقيس الحرارة الرأسية في كل طبقة من طبقات الغلاف الجوي. وهو نسخة مطورة من مجس (VISSR)، حيث يتمكن من خلال هذه الصور إنتاج صور ثلاثية الأبعاد للسحب تعمل على تحسن توقعات الطقس بشكل واضح. تبلغ دقة الصورة ٩٠٠ م في المدى البصري و٤٣٠٠ م في المدى الحراري (الأشعة تحت الحمراء).

مدارات أقمار الطقس

تدور أقمار الطقس إما على المدار الثابت أو القطبي:

■ أقمار المدار الثابت

تغطي أقمار الطقس في المدار الثابت دائما نفس المنطقة ذات المساحة الكبيرة، وهي تأخذ باستمرار صوراً للأرض لعرض حركة السحب والعواصف. تمتاز هذه الأقمار بقدرتها على المراقبة الدائمة لمنطقة التغطية، أي أنها ترصد التغيرات اللحظية لبعض الظواهر الجوية السريعة الحركة. يتطلب الأمر وجود بضعة أقمار موزعة على المدار الثابت لتغطية الأرض، ولكن هذه الأقمارلا تغطي المناطق القطبية للأرض والتي تلعب دوراً في مناخها. يمسح القمر نفس المنطقة كل بضعة ساعات مما يسمح بملاحظة التغيرات المناخية وعرض صور متحركة لتلك المنطقة



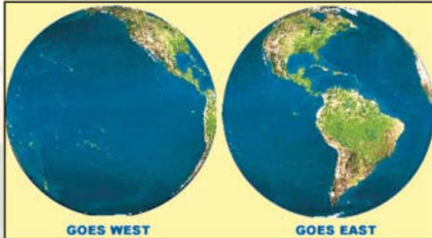
توضح تغير الطقس خلال اليوم، وهو ما نشاهده في نشرات الأخبار التلفزيونية.

■ أقمار المدار القطبي

تعطي أقمار الطقس في المدار القطبي معلومات تفصيلية أكثر عن المناطق التي تمر فوقها، ولكنها تغطي منطقة صغيرة من الأرض، ولا تغطي كل الأرض إلا بعد عدة دورات حول الأرض أي بعد فترة زمنية طويلة. تدور أقمار الطقس القطبية في مدار متزامن شمسياً، فهي تمر فوق أي منطقة في الوقت نفسه من اليوم تقريبا. فمثلاً تمر الساعة التاسعة صباحاً فوق مدينة الرياض (بتوقيتها المحلي) يومياً. تستقبل المحطة الأرضية صور القمر عند مروره فوق المناطق التي تبعد عنها بأقل من ٢٥٠٠ كم فقط. ولأن القمر لا يستمر في تصوير نفس المنطقة، فإنه يستحيل عرض صور متحركة لتلك المنطقة.

أقمار الطقس الحالية

تدورحول الأرض العشرات من أقمار الطقس التابعة للعديد من الدول في المدارات الثابتة والقطبية، ومن أشهرها أقمار (GEOS) الأمريكية. تتكون منظومة أقمار الطقس من قمرين في المدار القطبي المتزامن، يدوران في مدار دائري على ارتفاعين، الأول ٨٣٠ كم والثاني ٨٧٠ كم. يمسح القمران الأرض كل ٦ ساعات، ويرسلا معلوماتهما إلى محطات في مختلف دول العالم.



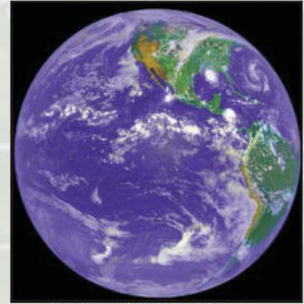
■ شكل (٤) مناطق تغطية أقمار (GOES).

تقوم مجموعة من الأجهزة بقياسات متعددة للأرض والغلاف الجوي والغيوم والإشعاعات الشمسية والكونية. وتحمل مجسات بصرية وتحت حمراء، ومجسات فوق بنفسجية لقياس طبقة الأوزون فوق القطبين. كما تحمل بعض الأقمار أجهزة بحث وإنقاذ، وأجهزة جمع معلومات الطقس الأرضية.

توجد في المدار الثابت أقمار الطقس الأمريكية (GOES) وتتكون حالياً من أربعة أقمار، اثنين منها أساسية يقعان في المدارين ٧٥ و١٣٥ غربا، والآخرين احتياطية.

تحمل أقمار (GOES) ـ تزن حوالي الطنين ـ مجسات بصرية وتحت حمراء (VISSR) ومسبار (VAS). وتحمل أيضاً مجسات لقياس انبعاث الجزيئات الشمسية لدراسة تأثيرها على أقمار الاتصالات، حيث يتم التقاط البروتونات الشمسية وجزيئات ألفا والإلكترونات الشمسية والأشعة السينية والمجال المغناطيسي.

تقوم أقمار (GOES) بدور آخر، هو: تحويل معلومات الطقس من المحطات الأرضية النائية في الصحاري والمحيطات إلى محطات تجميع تلك المعلومات. وبذلك تقوم بعمل أقمار الاتصالات لكنها تقتصرعلى نقل معلومات الطقس فقط. وهكذا تتكامل قراءات القمر مع قراءات المحطات الأرضية لتعطي صورة أفضل عن



■ شكل (٥) صورة من القمر GEOS-7 .

الجو. كما تحمل بعض الأقمار أجهزة مختلفة مثل أجهزة البحث والإنقاذ وأجهزة استقبال القياسات من الأجهزة الأرضية لتحويلها إلى محطات التحكم الأرضية.

تُجري الأقمار أربع قياسات كاملة للولايات المتحدة في كل ساعة، وذلك خلال الأوقات العادية. لكن عند الظروف الجوية الخطرة يستطيع القمر مسح منطقة محددة كل دقيقة فقط. يوضح الشكل (٥) صورة من أحد أقمار (GEOS) مأخوذة في عام ١٩٩٢م حيث توضح الصورة إعصار أندرو الذي ضرب ولاية لويزيانا.

أطلقت وكالة ناسا بالاشتراك مع هيئات دولية مجموعة من أقمار (GEOS) لقياس عناصر خاصة، خُصص كل قمر لدراسة أحد العناصر. يمثل الجدول(١) أهم ملامح النظام.

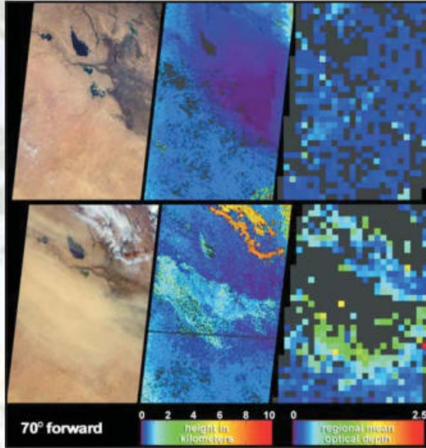
يبين الشكل (٦)صورتين لمنطقة الخليج العربي من القمر تيرا (Terra) أُخذتا بواسطة مستشعر يقيس كمية الغبار

القمر	تاريخ الإطلاق	القياسات
Terra	١٩٩٩	السحب والهباء
Aqua	٢٠٠٢	سحب، مياه سطحية، محيطات
Aura	٢٠٠٤	التركيب الكيميائي للغلاف الجوي
Cloudsat	٢٠٠٤	السحب
Calipso	٢٠٠٤	السحب والهباء
Parasol	٢٠٠٥	السحب والهباء
OCO	٢٠٠٨	ثاني أكسيد الكربون

■ جدول (١) ملامح أقمار (GEOS).

وارتفاعه عن سطح الأرض. حيث كانت السماء صافية في الصورة الأولى (الصف العلوي) في ٢٠٠٤/٤/١١م، بينما غطت عاصفة رملية شمال المملكة العربية السعودية وجنوب العراق في ٢٠٠٤/١٣/٥ (الصف السفلي). توضح الصورتان في العمود الأيسر تأثير الغبار حيث اختفت بحيرة الرزازة في جنوب العراق.

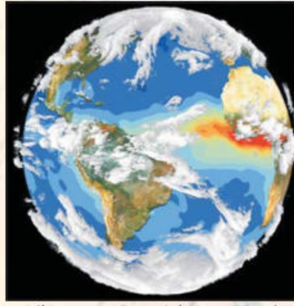
كذلك توضح الصور الناتجة بعد عمليات المعالجة (العمود الأوسط) السحب والغبار حسب ارتفاعها عن سطح الأرض حيث يتضح من الصورة السفلى: أن ارتفاع الغبار أقل من كيلومترين. بينما تبين صور المعالجة الأخرى الهباء وارتفاعه (العمود الأيمن) وتوضح المناطق ذات الكثافة العالية (اللون الأصفر والأخضر).



■ شكل (٦) صور من القمر تيرا لشمال الخليج العربي .

من جانب آخر أطلقت وكالة الفضاء الأوروبية عدداً من أقمار الطقس متيوسات(Meteosat) منذ عام ١٩٧٧م في المدار الثابت. جُهزت هذه الأقمار برادومتر يمسح ثلاث نطاقات بصرية وحرارية. يحمل القمر الحالي رادومتر فيه ١٢ قناة، وجهاز لقياس الإشعاعات الأرضية. تبلغ دقة الصور البصرية حوالي ١ كم والحرارية حوالي ٣ كم.

طورت روسيا واليابان والصين والهند عدداً آخر من أقمار الطقس كما طورت دول أخرى أقماراً جديدة. يوضح الشكل (٧) صورة لطقس الأرض مركبة من معلومات جمعت من خمسة أقمار عالمية، أما شكل (٨) فيوضح العاصفة الترابية التي ضربت خليج عمان عام ٢٠٠٣م.



■ شكل (٧) صورة للأرض مركبة من صور عدة أقمار .



■ شكل (٨) عاصفة ترابية على خليج عمان (٢٠٠٣م) .



المراصد الفضائية الفلكية

إعداد : د. زكي عبدالرحمن المصطفى

تعد الإشعاعات المنبعثة من الأجرام السماوية من أهم الوسائل المستخدمة لدراسة هذه الأجرام، وتقع تلك الإشعاعات ضمن نطاقات موجية محددة، منها نطاق الضوء المرئي الذي يمكن للعين البشرية أن ترصده، ونطاقات أخرى لا يمكن للعين البشرية أن ترصدها، مثل، الإشعاعات التي تقع في نطاقات الموجات الراديوية وفوق البنفسجية والأشعة السينية. وبدراسة الإشعاعات المنبعثة من الأجرام السماوية؛ فإنه يمكن الحصول على معلومات مهمة عنها، ومن أمثلة ذلك الجرم السماوي وحجمه وعمره وبعده عن الأرض.

يتم دراسة الأجرام السماوية إما باستخدام المراصد الفلكية الأرضية المركبة في مكان ما على الأرض، أو المراصد الفضائية الموجودة خارج الغلاف الجوي للأرض. وتمتاز المراصد الفضائية بأنها تلغي تأثير الغلاف الجوي الذي يحجب إشعاعات الأجرام السماوية في بعض الأطوال الموجية المختلفة وخصوصاً القصير منها، مثل فوق البنفسجية والسينية.

وهناك عدة أنواع من المراصد الفلكية الفضائية بحسب نوع الاستخدام، وذلك وفقاً لما يلي:

١- دراسة الشمس مثل مرصد سوهو.

٢- دراسة عامة للأجرام السماوية على مختلف أنواعها (سدم، مجرات، كواكب، نجوم، مذنبات،...إلخ) مثل مرصد هبل.

٣- دراسة كواكب محددة.

٤- دراسة لعمل خرائط وبث صور ومعلومات مختلفة عن الكواكب مثل بايونير، ومارينير، ومنها مايصل إلى سطح بعض الكواكب مثل فايكنج وباثفايندر.

٥- دراسة القمر مثل لونر.

تزود المراصد المذكورة - في الغالب - بأجهزة كشف خاصة ترصد الإشعاعات الصادرة من تلك الأجرام في أطوال موجية مختلفة بما فيها الضوء المرئي.

يستفاد من تقنية المراصد الفضائية في دراسة الظواهر الكونية، مثل الثقوب السوداء ودراسة السدم والمجرات، بالإضافة إلى دراسة مواطن ولادة وموت النجوم، مما ساعد في المزيد من الفهم لما يدور في الفضاء الخارجي. وبذلك اكتشف علماء الفلك أن نافذة جديدة قد فتحت في سبيل البحث العلمي؛ أدت إلى قفزة علمية ظهر أثرها بعد مقارنة الصور الملتقطة عن طريق المراصد الفضائية بالصور الأرضية.

يتناول هذا المقال المراصد الفضائية من حيث أنواعها وما تنجزه من مهام، ورصد ما يزخر به الفضاء من ظواهر فلكية، لم يكن من الممكن معرفتها لولا تلك المراصد، وهي كما يلي:

مرصد هبل الفضائي

تم إطلاق المرصد الفلكي هبل، المختص بالتصوير الفلكي في ٢٤ أبريل ١٩٩٠م. ولقد أطلق عليه هبل تيمناً بالعالم الفلكي **إيدوين هبل**. ولقد وضع في مدار حول الأرض يبعد حوالي ٥٧٦ كيلومتر.

ويعد مرصد هبل الفضائي من أوائل وأشهر المراصد الفضائية التي أطلقت على الرغم من الصعوبات التي واجهها في بداية تشغيله، ومنها استبدال الكاميرات الحساسة التي كان يستخدمها بأخرى أكثر دقة وحساسية وذلك في ديسمبر ١٩٩٣م.

أدت المعلومات المهمة التي أرسلها مرصد هبل الفضائي إلى تطور في فهم الثقوب السوداء، خصوصاً إذا علمنا أنه لا يمكن الحصول على معلومات دقيقة عنها باستخدام المراصد الأرضية.

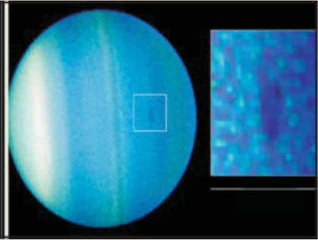
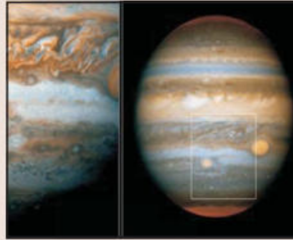
ولم يقتصر استخدام مرصد هبل فقط



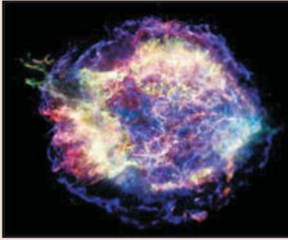
● المرصد الفلكي هبل.



● حشد نجمي في إحدى المجرات تم رصده بواسطة هبل.

● صور بعض الكواكب الشمسية التي التقطها مرصد هبل.

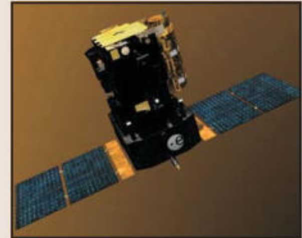


● بقايا نجم مستعر منفجر رصد بمرصد شاندرا.

بالفضاء النجمي، ولكن كان له دور في دراسة كواكب المجموعة الشمسية.

مرصد سوهو الفضائي

تم في ٢ ديسمبر ١٩٩٥م، إرسال أول مرصد فضائي مخصص لدراسة الشمس أطلق عليه اسم سوهو (SOHO)، حيث وصل مداره بعد أربعة أشهر على بعد مليون ونصف كيلومتر من الأرض، وهو مرصد يتابع النشاطات الشمسية، في أطوال موجية مختلفة ومن ضمنها



● مرصد سوهو.

الضوء المرئي، كما يرصد أي تغير، ويرسل الصور والمعلومات عن الشمس بشكل مستمر، كما إنه يدرس العلاقة بين البيئة الأرضية والشمسية، مما ساعد على فهم فيزياء الشمس بشكل أدق، وتطبيق ذلك على النجوم البعيدة. حيث ساهم في نشر عدد ضخم من الأبحاث المتعلقة بالشمس بشكل عام.

مرصد شاندرا للأشعة السينية

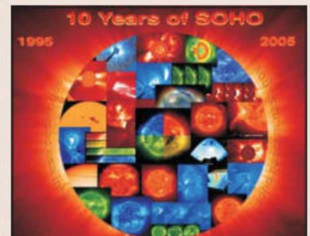
سمي هذا المرصد على اسم عالم الفلك الفيزيائي **صبر همانيان شاندراسيكر** (١٩١٠-١٩٩٥) الذي نال جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٨٣م، ويعتبر هذا المرصد الفضائي أقوى مرصد على المستوى العالمي في الرصد بالأشعة السينية. أطلق المرصد في ١٩٩٩/٧/٢٣م، حيث صمم لرصد الأشعة السينية من الأجسام ذات الطاقات العالية، مثل بقايا النجوم المستعرة. ويدور هذا المرصد في مدار حول الأرض على ارتفاع أكثر من ثلث المسافة بين الأرض والقمر، أي حوالي ١٣٩ألف كلم.

رحلات المركبات الفضائية

قامت المراصد الفضائية بدور عظيم في كشف المزيد من الأسرار المتعلقة بالكواكب والظواهر الفلكية، ومن أهم الكواكب التي قامت المركبات الفضائية بدراستها، جدول (١)، ما يلي:

● **عطارد**

حاول الإنسان معرفة الكثير عن هذا الكوكب بإرسال المركبات الفضائية التي تكشف بإذن الله أسراره. وتعد مسنجر أحدث رحلة فضائية إلى عطارد حيث من المتوقع أن تستمر حتى عام ٢٠٠٩م بإذن الله، وهي ثاني رحلة استكشافية بعد رحلة مارينير-١٠ والتي كانت في الفترة من ١٩٧٤م إلى ١٩٧٥م والتي غطت فقط نصف سطح الكوكب المذكور. ومن



● بعض الصور التي التقطها سوهو.



● مرصد شاندرا.



● صورة للمركبة الفضائية مارينير - ١٠.

أسم المركبة	تاريخ سنة الإطلاق (م)	تاريخ سنة الوصول (م)	الهدف	ملاحظات
لونا -٢		١٩٥٩	القمر	وصل إلى سطح القمر .
لونا -٣		١٩٥٩	القمر	أول تصوير للوجه المظلم من القمر.
مارينر -٢		١٩٦٢	الزهرة	أكدت أن الزهرة شديد الحرارة.
مارينر -٤		١٩٦٥	المريخ	التقطت أول ٢٢ صورة عن قرب للمريخ.
مارينر- ٩		١٩٧١	المريخ	أول مركبة تدور حول المريخ ، أول تصوير لقمري المريخ فوبوس وديموس.
مارينر -١٠		١٩٧٤	الزهرة ، عطارد	أرسل إلى الزهرة ليستفيد من جاذبيتها وينطلق إلى عطارد. أول صور في النطاق فوق البنفسجي لجو الزهرة. أرسل معلومات عن كتلة عطارد ومكوناته الصخرية.
بايونير- ١٠		١٩٧٣	المشتري	أول مركبة دارت حول المشتري. آخر الصور التي وصلت في ٣١/٣/١٩٩٧م ، وتعتبر أول مركبة تنطلق إلى الفضاء النجمي (خارج المجموعة الشمسية).
بايونير- ١١		١٩٧٤	المشتري	وصلت المركبة إلى زحل ١٩٧٩م ، وتعبر أول من درس زحل. آخر اتصال بها كان عام ١٩٩٥م ، صممت مركبات بايونير في الأصل لمعرفة إمكانية الصمود عند عبورها حزام الكويكبات والمجال المغناطيسي للمشتري.
فينيرا-٧		١٩٧٠	الزهرة	أول صور لسطح الكوكب.
فينيرا- ٩		١٩٧٥	الزهرة	أول هبوط على سطح الكوكب.
فايكنج- ١	١٩٧٥	١٩٧٦	المريخ	وصلت المركبة إلى سطح المريخ ، وأرسلت معلومات عن إمكانية وجود حياة أولية علية.
فايكنج- ٢	١٩٧٥	١٩٧٦	المريخ	أكمل مهمة فايكنج ١ ، بالإضافة إلى تسجيل هزات زلزالية على السطح.
فويجر -١	١٩٧٧	١٩٧٩	المشتري	واصل الانطلاق ووصل زحل في ١٩/١١/١٩٨٠م.
فويجر- ٢	١٩٧٧	١٩٧٩	المشتري	واصل الانطلاق إلى زحل ٢٦/٨/١٩٨١م ، ومن يورانس ٢٤/١/١٩٨٦م ، ومن ثم نبتون ٨/٨/١٩٨٩م.
باث فايندر	١٩٩٦	١٩٩٧	المريخ	هبوط ناجح على سطح المريخ ، مع التجول على سطحه.
بايونير الزهرة		١٩٧٨	الزهرة	عمل خارطة للسطح عالية الوضوح.
ماجلان	١٩٨٩		الزهرة	عمل خارطة للسطح غطت حوالي ٩٨٪ من مساحة السطح. عمل خارطة للمجال الجاذبية غطت حوالي ٩٥٪ من مساحة السطح.
يوليسس	١٩٩٠		الشمس	دراسة المناطق القطبية للشمس.
كاسيني	١٩٩٧		زحل	دار حول زحل ورصد القمر تيتان.

• جدول (١) أهم الكواكب التي رصدت بالمركبات الفضائية.

المتوقع أن تغطي مسنجر أغلب مساحة الكوكب وستعطي معلومات مهمة عنه.

• الزهرة

بلغ مجموع الرحلات التي أرسلت لكشف أسرار هذا الكوكب منذ عام ١٩٦٢م عشرون رحلة ، وكانت أول مركبة فضائية أرسلت إليه هي مارينير - ٢ .

تلى ذلك عدد من الرحلات من بينها:

١- بايونير- الزهرة عام ١٩٧٨م التي أرسلت أول خارطة دقيقة لسطح الزهرة، والمركبة الروسية فينيرا - ٧ التي أرسلت عام ١٩٧٠م ، وتعتبر أول مركبة تهبط على كوكب آخر غير الأرض.

٣- فينيرا - ٩ التي أطلقت عام ١٩٧٥م وأرسلت أول صورة لسطح الزهرة.



• أول صورة لسطح الزهرة بالمركبة الفضائية فينيرا -٩.



• المركبة الفضائية أبلو - ١١ .

٤- المركبة الأمريكية ماجلان ، وتعد آخر الرحلات الاستكشافية إلى الزهرة ، والتي أطلقت عام ١٩٨٩م ووضعت خارطة لحوالي ٩٨٪ من سطحه.

• القمر

تمكن الإنسان من طبع تأثيره على القمر بعد أن وصل إليه في ٢٠ يوليو ١٩٦٩م في رحلة أبلو -١١ الفضائة الشهيرة ، حيث تمكن رواد الفضاء من السير على سطحه .

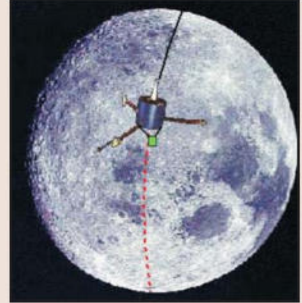
بلغ عدد رحلات أبلو مجتمعة إحدى عشر رحلة جمعت ما يقارب ٣٨٢ كيلوجرام من الحجارة والرمال القمرية ، وتعد رحلة أبلو-١٧ في ١٤ ديسمبر ١٩٧٢م آخر رحلات أبلولو الاستكشافية.

وعلى الرغم من شهرة الولايات التحدة الأمريكية في غزو الفضاء إلا أن الاتحاد السوفيتي قد سبقها إلى القمر في رحلة لونا٢ عام ١٩٥٩م.

ولم تتوقف رحلات استكشاف القمر ،



• صورة لآثار رواد الفضاء على سطح القمر.


● المركبة لونر ـ بروسبكتور تحلق فوق سطح القمر.

حيث أرسلت المركبة كليمنتين عام ١٩٩٤م، والمركبة لونر-بروسبكتور عام ١٩٩٩م.

● **المريخ**

غزا الإنسان المريخ منذ ١٩٦٠م أكثر من ثلاثين مرة، من أهمها مايلي:

١- بين عامي ١٩٦٠م و ١٩٦٢م، قام الاتحاد السوفييتي بأربع رحلات لكنها فشلت في الوصول إلى الكوكب الأحمر.

٢- أرسلت أمريكا رحلات مارينير، والتي بدأت منذ عام ١٩٦٤م وتمكنت مركبة مارينير-٤ آنذاك من تصوير المريخ. أما مارينير٩ أول مركبة تخترق مدار المريخ.

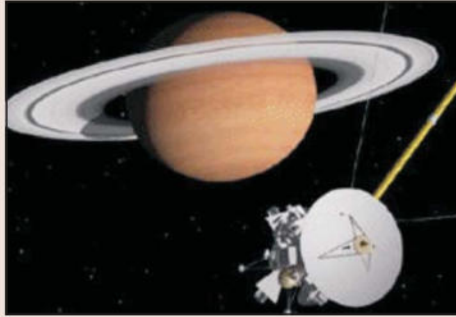

● أبور شنتي.

٣- في الفترة بين ١٩٧١م و١٩٧٣م تمكن الروس من إنزال مركبتين هما مارس-٣ و٦

٤- في الفترة مابين ١٩٧٦م و١٩٨٠م، هبطت المركبتان فايكنج ١ و٢ على سطح المريخ.

٥- في عام ١٩٩٧م، هبطت على سطح المريخ المركبة الشهيرة باثفايندر.

٦- في يناير من عام ٢٠٠٤م، تمكنت وكالة الفضاء الأمريكية من إنزال المركبة أبورشنتي على سطح المريخ، وتم الاتصال بها بنجاح، كما قام الأوربيون بإنزال المركبة الأوربية بيجل٢ بالتزامن مع إنزال المركبة الأمريكية المذكورة ولكنهم لم يتمكنوا من الاتصال بها.


● المركبة كاسيني حول كوكب المشتري

● **المشتري**

حاول الإنسان الوصول إلى عملاق كواكب المجموعة الشمسية المشتري، حيث وصلته المركبة جاليليو في ديسمبر ١٩٩٥م، التي أرسلت في الرحلة الفضائية لمكوك الفضاء أتلنتس عام ١٩٨٩م، وقد استمرت حتى عام ٢٠٠٣م، جاليلو في الدوران حول المشتري وإرسال المعلومات المهمة عنه – الغلاف الجوي والتوابع (الأقمار) والمجال المغناطيسي– إلى الأرض.

لم تكن زيارة المركبة جاليليو للمشتري الوحيدة، فلقد زار هذا الكوكب عدة مركبات هي:

١- بايونير-١٠، عام ١٩٧٣م.

٢- بايونير-١١ وفويجر١ وفويجر٢، عام ١٩٧٩م التي أطلقت في ٢٠ أغسطس ١٩٧٧م.

٣- المركبة يوليسس التي أُرسلت عن طريق مركبة الفضاء ديسكفري في أكتوبر ١٩٩٠م.

٤- مرصد الفضاء هبل الذي يتم تصوير الكوكب المذكور عند إطلاقه عام ١٩٩٠م.

● **زحل**

تمت زيارة كوكب زحل عدة مرات عن طريق المركبات الفضائية بايونير-١١ عام ١٩٧٩م، وفويجر-١و٢، في أغسطس ١٩٨١م ، بالإضافة إلى المركبة كاسيني عام ٢٠٠٤م.

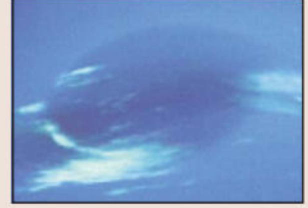
● **يورانس**

زارت المركبة فويجر-٢ كوكب


● بيجل-٢.


● بايونير-١٠ و-١١


● المركبة فويجر-٢.



● بقعة داكنة في كوكب نبتون.

يورانوس واقتربت منه، وذلك في ٢٤ يناير ١٩٨٦م، حيث تم تصوير هذا الكوكب عن طريق مرصد هبل الفضائي.

● **نبتون**

واصلت المركبة فويجر -٢، استكشافها لأغوار المجموعة الشمسية، وذلك بالوصول إلى هذا الكوكب في ٢٥ أغسطس ١٩٨٩م. اكتشفت فويجر ٢ بقعة داكنة عملاقة يصل حجمها إلى نصف حجم البقعة الحمراء العظيمة على كوكب المشتري ويقارب قطرها من قطر الأرض.

● **بلوتو**

على الرغم من أن المجتمع الفلكي قد أسقط بلوتو من قائمة كواكب المجموعة الشمسية أخيراً، ونظراً لبعد هذا الكوكب القزم فإنه يعد الوحيد الذي لم تصله المركبات الفضائية حتى الآن، ومن المتوقع أن ترسل المركبة الأفق الجديد (new horizon) إلى كوكب بلوتو وذلك عام ٢٠٠٦م بإذن الله.



● الأفق الجديد (new horizon).

مضار مضادات الحموضة

أشارت دراسة حديثة أن تناول مضادات حموضة المعدة يمكن أن يزيد من حالات كسور عظام الورك عند الكبار.

تعد العقاقير المثبطة لضخ البروتونات (Proton- Pump Inhibitors-PPI) الموجودة في الصيدلية، يمكن اعطاءها سواء بوصفة طبية أو غير ذلك. مثل عقار البرلوسك (Prilosec) والنكسيوم (Nexium) أكثر فعالية في إزالة حموضة المعدة من عقاقير الزنتاك (Zantac) أو الببسيد (Pepcid) التي تزيل الحموضة بآلية مختلفة عن الآلية التي تعمل بها عقاقير (PPI).

أظهرت دراسات سابقة أن الاشخاص الذين يتناولون عقاقير (PPI) لديهم قابلية للتعرض لكسور العظام. ولحسم هذا الموضوع قام الباحثون بدراسة السجلات الطبية الموجودة في قاعدة البيانات الطبية البريطانية، حيث اختارو ١٣،٥٥٦ شخصاً في عمر ٥٠ عاماً أو يزيد كانوا يعانون من كسور في الورك يقابلهم ١٣٥ ألف في نفس الفئة العمرية ولكن لايعانون من تلك الكسور، ومن وقائع سجلات المجموعتين أمكن لفريق البحث تحديد الأشخاص الذين كانوا يتناولون عقاقير (PPI)، والزنتاك إضافة للأشخاص الذين لم يسبق لهم تناول العقاقير المذكورة.

أظهرت نتائج تحليل السجلات المذكورة أن الأشخاص الذين كانوا يتناولون جرعات كبيرة من عقاقير (PPI) لأكثر من عام معرضون لكسور في الورك بحوالي ٢،٦ مرة مقارنة بالذين لم يتناولوها.

كما أظهرت الدراسة أن الأشخاص الذين كانوا يتناولون جرعات منخفضة من عقاقير (PPI) بانتظام لمدة عام إلى أربعة أعوام معرضون بحوالي ١،٢ إلى ١،٦ مرة لكسور الورك مقارنة برصفائهم الذين لم يتناولوها. أما عقاقير الزنتاك فبالرغم من أنها سببت كسور عظام الورك عند الذين تناولوها لنفس المدة إلا أن تأثيرها كان أقل مقارنة بعقاقير الـ (PPI).

ويذكر **ديفد متز** (David C. Metz) من كلية الطب في جامعة بنسلفانيا الأمريكية أن عقاقير (PPI) تكون أكثر فاعلية في البيئة شديدة الحامضية، مما يشير إلى أن تفاعلها سيكون محصوراً في المعدة حيث الحامضية الشديدة. وعندما تعمل عقاقير (PPI) في تخفيض حرقان القلب (Heartburn) الناتج عن الحموضة فإنها قد تتسبب في تثبيط أو إيقاف تفاعلات أخرى. فمثلا من محاسن الحموضة في المعدة أنها تذيب مركبات الكالسيوم التي تحتاجها أجزاء أخرى من الجسم. ويضيف متز أن الزيادة الملحوظة في كسور العظام قد تكون بسبب أن تناول عقاقير (PPI) – في المقام الأول– وعقاقير الزنتاك قد قلل من كمية الكالسيوم التي يحتاجها الجسم لبناء العظام.

من جانب آخر يرى **روبرت هيني** (Robert P. Heaney) من جامعة نبراسكا أن حموضة المعدة قد لاتكون مطلوبة لامتصاص الكالسيوم بواسطة الجسم، وفي هذه الحالة فإن نتائج الدراسة المذكورة قد تشير إلى أن (PPI) يثبط عملية تكسير وبناء العظام من خلال تقليله للأحماض التي تنتجها الخلايا الماصة للعظم (Osteo- clasts)، وبالتالي تمنع تجدد العظام.

كذلك خلصت دراسة بالدنمارك – أجريت عام ٢٠٠٦م – قام بها **بيتر فيسترجارد** (Peter Vestergaard) أن هناك علاقة بين تناول عقاقير (PPI) وكسور العظام. وعليه فإن هذه الدراسة والتي قبلها – حسب **فيستر جارد** – قد تضع تساؤلات عدة حول الآثار السلبية لعقاقير (PPI) خاصة عند تناولها لفترات طويلة. ولايقلل **متز** من أهمية عقار (PPI) للذين يحتاجونه، ولكنه يرى ضرورة قياس كثافة العظام عند الأشخاص الذين يتناولونه.

المصدر:-

http://www.scincenews.org/articles/20070106/fobl.asp



أقمار الهواة هي أقمار مصممة ومبنية خصيصاً لاستخدام هواة الاتصالات، وهي غير تجارية، وتهدف إلى تحقيق عدة فوائد، منها: تمكين هواة الراديو من الاتصال ببعضهم لمسافات بعيدة (آلاف الكيلومترات) بتجهيزات يسيرة، كما أنها تشجع الجيل الناشيء على الدخول في مجالات تقنية الفضاء، وتوفر لهواة الاتصالات بيئة تجارب، وتوفر لطلاب الجامعات والمدارس مواد لبرامج تعليمية عملية؛ تتيح لهم الاستفادة من التطبيقات المختلفة التي يتم تطويرها باستمرار، وكذلك تطوير تقنيات جديدة لاستخدامها في أقمار مستقبلية بتكاليف منخفضة.

يمكن للهواة الاتصال ببعضهم عبر أقمار الهواة عند وجودهم داخل منطقة تغطية القمر سواء بالصوت أو بتبادل بيانات أو إشارت مورس. كما يستطيع الهواة استقبال صور فضائية للأرض من بعض الأقمار، مثل أقمار الطقس. كذلك يمكن للهواة الاتصال بالأقمار لأخذ بيانات وقياسات القمر مثل: درجة حرارة أجزاء القمر لمعرفة البيئة الفضائية، وحركة القمر ودراسة الظواهر الفيزيائية المختلفة.

يعد القمر الصناعي (OSCAR-1) - اختصاراً للعبارة "القمر الاصطناعي الحامل لراديو الهواة" الذي أطلق في عام ١٩٦١ م - أول أقمار الهواة، وكانت مهمته إرسال كلمة ترحيبية (HI-HI) باستخدام إشارة مورس إلى الأرض، حيث يتم تغيير تكرار الكلمة المرسلة حسب درجة حرارة القمر؛ وبذلك يتمكن الهواة من معرفة درجة الحرارة وطبيعة انتقال الموجات عبر طبقات الجو، وقد ظل القمر يعمل في مداره لمدة ٢٠ يوماً.

توالى إطلاق أقمار الهواة بعد ذلك تحت أسماء أوسكار مردوفة برقم تسلسلي، فمثلا رُمز للأقمار السعودية (سعودي سات -١أ و ١ب و ١ج) عند الهواة هو (OS-41) و(OS-42) و(OS-50) اختصاراً لـ (OSCAR-SAUDISAT).

تم تقسيم أقمار الهواة - حسب تطور القمر والخدمات التي يوفرها - إلى ثلاثة أجيال، فمثلاً: يوفر الجيل الأول (Phase-1) إشارات مورس، بينما يوفر الجيل الثاني خدمات الاتصالات الصوتية، أما الجيل الثالث - مثل الأقمار السعودية - فهو الأكثر تطوراً بتوفيره خدمات الاتصالات الرقمية واستخدام الحاسب الآلي للتحكم بكافة أنظمة القمر.

بالإضافة إلى الأقمار المخصصة كلياً للهواة، توجد بعض الأقمار العلمية والتجارية التي تخصص جزءاً من خدماتها للهواة (كما هو الحال في الأقمار السعودية)، كما أن محطة الفضاء الدولية (ISS) التي تدور حول الأرض تحمل أنظمة اتصال خاصة بهواة الأقمار، ويقوم رواد الفضاء بالتحدث إلى الهواة في جميع أنحاء العالم.

يتوفر حالياً ٢١ قمراً اصطناعياً تعمل في مداراتها مخصصة لخدمة الهواة في جميع أنحاء العالم. يمكن تصنيف تلك الأقمار بحسب حالتها الصحية والخدمات التي توفرها، فمنها ما يعمل على مدار الساعة ومنها ما يعمل جزئياً بسبب تعطل بعض خدماته. وتقوم منظمة أقمار الهواة (AMSAT) بنشر حالة الأقمار في موقعها على الإنترنت (www.amsat.org) بصفة دورية استناداً إلى تقارير الهواة الذين نجحوا في الاتصال بالأقمار.

تحتوي صفحة حالة الأقمار (sat-status) بموقع (AMSAT) على معلومات التردد ونوع الخدمة التي يوفرها القمر ورمز الاتصال (Call sign) التي تحتاجها في بعض الخدمات الرقمية.

محطة الاتصال

يحتاج الهاوي لكي يتصل بأقمار الهواة إلى محطة اتصال، تتكون من أجهزة متوفرة تجاريا قليلة التكلفة متعددة الاستخدام. وتتكون محطة الهواة من العناصر التالية:

الهوائي

يشكل الهوائي جزءاً مهماً في أنظمة الاتصالات بصفة عامة، إلا أنه يكاد يكون أهم عنصر إبداعي في حياة هواة الراديو، ويتنافس الهواة في إيصال واستقبال الإشارات من وإلى جميع أقطار العالم، باستخدام هوائيات قوية يكون بعضها قادر على استقبال الإشارات المنعكسة من سطح القمر على بعد ٢٨٦ ألف كم عن الأرض.

تستخدم محطات الهواة أنواعاً كثيرة من الهوائيات وبأشكال وأحجام مختلفة؛ وذلك لأغراض مختلفة، فهناك الهوائي المحمول، والمتنقل في العربة والثابت، والمتحرك الذي يتم توجيهه لتعقب القمر.



ويمكن أن تأخذ الهوائيات أشكال خطية (تتكون من وحدات بشكل خطوط من الأنابيب الدقيقة)، أو أشكال سطحية مثل أطباق الفضائيات التلفزيونية .

تستخدم معظم محطات هواة الأقمار الهوائي الخطي للاتصال بأقمار المدارات القريبة، وذلك لسهولة تصنيعها ذاتياً وتركيبها ، وكذلك لقلة تكلفتها ، كما أنها توفر قوة إرسال واستقبال كافية للاتصال بالأقمار القريبة.

هناك حقائق مهمة يجب معرفتها عن الهوائيات قبل اختيار الهوائي المناسب ، وهي :

* خاصية التوجيه (الكسب الموجه): وتقاس بالديسيبل، وتعني أن قوة الاستقبال (أو الإرسال) أكبر ما يمكن في اتجاه معين يسمى باتجاه الكسب ، وتقل قوته كلما ابتعدنا عن هذا الاتجاه.

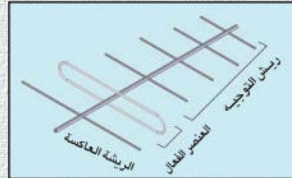
* الاستقطاب الموجي: ويعني تغير شدة سرعة تردد الموجات الكهرومغناطيسية على هيئة تذبذب خطي - عمودي أو أفقي - أو دائري - مع أو عكس عقارب الساعة- في الفضاء عند مرورها بنقطة ما، فإنها تستثيرها (تستقطبها) كهربائياً بحركة تذبذبية بإتجاه استقطاب الموجة.

تتناسب أبعاد وحدات الهوائي مع الطول الموجي للإشارة، فمثلا يتكون الهوائي المستخدم في مجال الترددات العالية (VHF)ذات التردد ١٣٧- ١٤٥ ميجاهيرتز من وحدات على شكل أنابيب بطول ١٠٠ سم، بينما لايتجاوز طولها في مجال الترددات فوق العالية (UHF) ٣٥ سم.

*خصائص الاستقبال والإرسال: ويجب أن تكون متماثلة (فيما عدا اتجاه الاستقطاب الدائري) . فمثلا: إذا كان كسب الهوائي ١٣ ديسيبل، فإن قوة إرساله أو استقباله يجب أن تكون ١٣ ديسيبل ، وإذا كان استقطاب الهوائي دائري باتجاه عقارب الساعة عند الاستقبال فإنه يكون بعكس اتجاه عقارب الساعة عند الإرسال .

يعتبر الهوائي "الياجي" - نسبة إلى الياباني (Yagi) الذي طوره أول مرة - أكثر الهوائيات انتشاراً عند هواة الأقمار الاصطناعية . وتقوم فكرته على استخدام عناصر خاملة (ريش التوجيه) لاتدخل في التقاط الموجة مباشرة، ولكنها توجه الموجة وتسلطها على العنصر الفعال ، كما تستخدم وحدة عاكسة للموجه تقع خلف العنصر الفعال ، شكل (١) .

يتم تجميع الإشارة المستقبَلة (أو المرسَلة) في نقطة التغذية، والتي تقع في منتصف العنصر الفعال . ولمّا كان استقطاب هذا النوع من الهوائيات خطي، فإن قدرته محدودة لاستقبال إشارات الأقمار ، حيث يتغير استقطاب الإشارة الخطية نتيجة لتغير اتجاه القمر بالنسبة للارض، وبذلك يفقد الهوائي جزءاً من كسبه. كما أن بعض الأقمار تستخدم الاستقطاب الدائري الذي له التأثير السابق نفسه. وللحيلولة دون ذلك يستخدم الهواة هوائي ياجي بعناصر متعامدة تعمل كهوائيين منفصلتين لكل



شكل (١) هوائي ياجي .

منهما عناصره الخاملة والفعالة . ويتم جمع الموجات الملتقطة من العنصرين الفاعلين في الهوائيين جمعاً جبرياً.

المحرك الهوائي

إن وجود أقمار الهواة على مدارات قريبة من الأرض يجعلها في حركة دائمة بالنسبة لنقطة ثابتة على سطح الأرض . لذلك يجب أن يتحرك الهوائي ليتعقب القمرعند مروره بمنطقة تغطية المحطة ، كما يجب توفير محركين، أحدهما: أفقي لتوجيه الهوائي ليدور ٣٦٠ْ ليغطي الاتجاهات الأربعة (شمال، شرق، جنوب، غرب)، والآخر عمودي يدور ١٨٠ْ لتوجيه الهوائي للأعلى والأسفل. ويتم التحكم في وجهة الهوائي بإحدى طريقتين : التحكم اليدوي ، والتحكم الآلي (باستخدام الحاسب) .

يتم - عادة- تركيب هوائيين (في النطاقين الترددين (VHF) و(UHF) على نظام تحريك واحد، وذلك بربط المحرك على عمود يحمل الهوائيين. وبذلك يمكن الاتصال بالأقمار باتجاهين ، إرسال على (VHF) واستقبال على (UHF)كما هو الحال في أغلب أقمار الهواة .

وحدة تكبير الإشارة المبدئية

تكون الإشارة المستقبلة من القمر الاصطناعي ضعيفة جداً نظراً للمسافة البعيدة التي تقطعها الموجة، وللظروف الجوية التي تواجهها ، ولذلك فإن نقلها عبر الكيبل سيفقدها جزءاً إضافيا من طاقتها؛ بسبب طبيعة التسريب في كابل نقل الإشارة ، وبهذا لا يستطيع جهاز الاتصال التعامل مع إشارة بهذا الضعف . لذا يجب استخدام وحدة تكبير مبدئية (pre amplifier) كما هو الحال في استقبال الفضائيات، حيث يستخدم رأس(LNB) لتكبير الإشارة قبل نقلها عبر الكيبل المحوري . وتحتاج وحدة التكبير إلى مصدر طاقة كهربائية (١٢ فولت) لتقوم

بعملها. ولما كانت وحدة ال (LNB)تستمد طاقتها من الكيبل المحوري نفسه ـ وكذلك الحال مع معظم وحدات تكبير الإشارة الحديثة الصنع ـ فإن بعض وحدات تكبير الإشارة المبدئية تحتاج إلى مصدر طاقة منفصل. لذا يجب توفير كيبل يحتوي على سلكين لإمداد الوحدة بالطاقة الكهربائية إذا لزم الأمر، كما يجب توفير محول كهربائي لتحويل الطاقة الكهربائية من مصدر التغذية (٢٢٠ / ١١٠ فولت) إلى طاقة كهربائية ١٢ فولت). ويستخدم عادة ١٣,٨ فولت كمواصفات قياسية لأي جهاز يحتاج إلى ١٢ فولت، ويطلق عليه اصطلاحاً ١٢ فولت.

ومن المواصفات الضرورية في وحدة التكبير ما يلي:

١ـ نطاق تردد(UHF) تعمل فيه وحدة التكبير، حيث إن أغلب أقمار الهواة تستخدم للتردد الهابط من القمر إلى المحطة.

٢ـ مفتاح آلي لتمرير إشارة الإرسال والاستقبال، حيث تكون هناك حاجة لتكبير إشارة الاستقبال فقط، أما إشارة الإرسال فعادة ما يتم تكبيرها بجهاز الراديو بطاقة عالية جداً لا تتحملها وحدة تكبير الإشارة المبدئية. ومع أن أغلب الأقمار ترسل وتستقبل على نطاقي (UHF)و (VHF) للتردد الهابط والصاعد على التوالي، إلا أنه يجب الأخذ في الاعتبار أنه يمكن استخدم المحطة في تطبيقات أخرى تحتاج الإرسال في نطاق (UHF)، أو ربما تقوم على سبيل الخطأ بإرسال طاقة عالية على هوائي(UHF) فتحرق وحدة التكبير المبدئية.

كيبل نقل إشارة الراديو

يستخدم الكيبل المحوري لنقل الإشارات ذات التردد العالي كما هو الحال في استقبال الفضائيات. وتختلف جودة الكيبل وسعره ونطاق التردد المستخدم،



ويوصى باستخدام كيبل (RG-8) لأنه يحافظ على الإشارة من التسريب عند نقلها لمسافات طويلة.

وحدة توصيل جهاز التحكم بالحاسب الآلي

يتم توجيه الهوائي آليا بواسطة الحاسب الآلي بربط محرك الهوائي بواسطة وحدة توصيل تقوم بترجمة الإشارات الرقمية من المخرج التسلسلي (USB) أو (COM Port) بجهاز الحاسب إلى جهاز التحكم.

جهاز الاتصال

جهاز الاتصال(Trans Reciever): عبارة عن جهاز راديو للإرسال والاستقبال يقوم باستخراج إشارة المعلومات من إشارة الراديو، والتي تكون عادة على شكل موجة صوتية يمكن سماعها عبر سماعة الراديو في حالة الاستقبال من القمر، أما عند الإرسال فيتم تحويل إشارة المعلومات إلى إشارة راديو (VHF) أو (UHF) ليتم إرسالها عبر الهوائي. وتختلف أجهزة الاتصال من حيث قدرتها على العمل في أكثر من نطاق ترددي، أومن حيث خصائصها المتعددة للتعامل مع أنماط مختلفة من التراسل (FM, SSB, CW)، كما تختلف من حيث الحجم، فمنها



المحمول والمتنقل والثابت، كما تختلف طاقة الإرسال (٥ واط، ١٠ واط، ٣٠ واط.. إلخ).

جهاز مودم الهواة

يعمل جهاز مودم الهواة(TNC) تماماً كأجهزة المودم المعروفة للاتصال بخدمة الإنترنت، ولكنه يختلف عنها في أنه مخصص للإرسال والاستقبال عبر الراديو بدل خط الهاتف. يحول مودم الهواة الإشارة الصوتية المنقولة عبر الراديو إلى رموز رقمية (صفر وواحد) يفهمها الحاسب الآلي، كما أنه يقوم بتحويل الرموز الرقمية من الحاسب الآلي إلى إشارات صوتية لنقلها عبر جهاز الإرسال (الراديو). ويستخدم مودم الهواة بروتوكول خاص (AX.25)مناسب للاتصالات اللاسلكية والفضائية.

وهناك أجهزة اتصال تشتمل على جهاز مودم منها الجهاز المحمول الشهير (TH-D7G) والمتنقل (TM-D700A)، ومنها أيضاً الأجهزة المتنقلة (DR-605T) و (DR-635T/E) التي يمكن إضافة المودم (EJ50U) إليها كطلب اختياري عند الشراء.

الحاسب الآلي والبرامج

تعد مهمة الحاسب الآلي مركزية في محطة الاتصال، حيث يستخدم في المهام التالية:

١- ضبط ساعة التوقيت عبر الإنترنت لتلافي أي فروقات بين زمن الاتصال بالقمر والزمن المحسوب لمروره.

٢- حساب الزمن المتوقع لمرور القمر واتجاهه باستخدام برامج تتبع الأقمار.

٣- إرسال واستقبال البيانات الرقمية للقمر.

٤- توجيه الهوائي آلياً لتتبع القمر أثناء الاتصال.

٥- استقبال وعرض الصور الفضائية.

٦- تسجيل الصوت والبيانات وخزنها.

٧- التواصل مع الهواة عبر الإنترنت وتبادل الخبرات ومتابعة كل مايستجد من أخبار تهم الهاوي.

خطة بناء محطة أقمار الهواة

تعتمد خطة بناء محطة أقمار الهواة على الخطوات التالية:-

الغاية من استخدام المحطة

يجب على الهاوي تحديد الهدف من استخدام المحطة، هل هو إرسال فقط أم إرسال واستقبال (صوتي، رقمي، صور)، حيث يعتمد ذلك على مدى الاهتمام، ثم الإمكانات المادية ومهارت الهاوي. وينعكس ذلك بشكل مباشر على خطة إنشاء المحطة.

اختيار المكان

يجب وضع الهوائي بعيداً عن المعوقات التي تحجب رؤية القمر، وخصوصا الأجسام المعدنية والخرسانية. كما يجب الأخذ في الاعتبار المسافة التي يقطعها الكيبل للوصول إلى أجهزة المحطة التي عادة ماتكون في غرفة مغلقة تتوفر فيها أساليب الراحة. لذا يستحب أن ينصب الهوائي فوق غرفة المحطة مباشرة، وإذا كان المبنى يتألف من عدة طوابق: يتم اختيار غرفة المحطة في الطابق العلوي ما أمكن.

الميزانية

يجب إعداد الميزانية المالية اللازمة لتوفير كافة التجهيزات والأدوات المستخدمة، وإذا كانت التكلفة عالية؛ ليست في مقدرة شخص واحد، فيمكن لعدة أشخاص الاشتراك في إنشاء المحطة.

الرخصة القانونية لتشغيل المحطة

إذا كان الهدف من تشغيل المحطة للإرسال فإنه يتوجب الحصول على رخصة هواة من هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات.

نماذج لمحطات الهواة

يمكن استعراض خمسة نماذج لمحطات الاتصال تغطي أغلب اهتمامات الهواة، وتوفر مرجعاً لتقدير تكاليف بناء المحطة يساعد في التخطيط المبدئي لبناء المحطة المناسبة. وقد تم ترتيب هذه النماذج وفقاً لصعوبة بنائها ولارتفاع تكاليفها، نبدأ من المحطة السهلة إلى الأكثر تعقيداً.

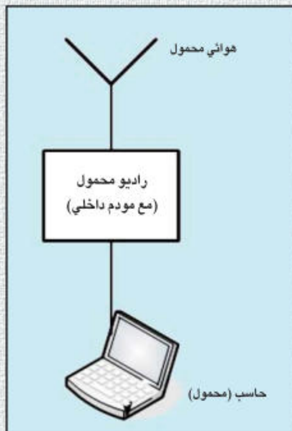
محطة محمولة

تعد المحطة المحمولة يسيرة، وهي تتكون من ثلاثة أجزاء رئيسة هي: هوائي "السهام" (Arrow Antenna)، وجهاز تراسل محمول (يحتوي على مودم هواة)، وجهاز حاسب، شكل (٢).

يستخدم هذا النموذج هوائي السهام، - سمي بذلك: لأنه مصنوع من ريش السهام - يتكون من ثلاث ريش من أنابيب الألمنيوم الخفيفة جداً بطول حوالي متر، تغطي نطاق التردد (VHF)، و سبع ريش بطول حوالي ٣٥ سم تغطي نطاق (UHF). ويوجد مقبض يدوي يسهل حمل الهوائي وتوجيهه يدوياً نحو القمر. ومع أن هذا الهوائي خفيف جداً (حوالي ٥٤٠ جرام) إلا أن حمله لفترة ١٥ دقيقة (زمن مرور القمر) ومحاولة حفظ توازنه قد يرهق الذراع. لذا يمكن إضافة عمود توازن إلى طرف المقبض بحيث يضاعف طول الهوائي وعندها يمكن حمل الهوائي من نقطة المنتصف (أي من المقبض) ليكون حمل الهوائي المعدل مشابه لحمل رمح، وبذلك يسهل عليك توجيهه وحفظ توازنه في آن واحد (لأن ما يرهق الذراع هو حفظ التوازن وليس وزن الهوائي).

ويمتاز هذا الهوائي - إضافة إلى خفة وزنه وسهولة فكه وتركيبه - بأنه يدمج نطاقي التردد (VHF)و (UHF) في مخرج واحد باستخدام دامج النطاق (Duplexer) الموجود في قلب المقبض. ويسهل هذا الدمج استخدام الأجهزة المحمولة، والتي تحتوي عادة على مخرج واحد فقط للهوائي بخلاف الأجهزة الثابتة والمتنقلة، والتي تحتوي على مخرجين منفصلين لنطاقي (VHF)و (UHF).

يستخدم هذا النموذج أيضاً جهاز اتصال محمول - راديو مثل (TH-7D)يمتاز بقدرته على العمل في نطاقي و (VHF) (UHF). يتم اتصال الهواة الصوتي عبر القمر باستخدام الهوائي وجهاز الاتصال



شكل (٢) مخطط لمحطة محمولة.

الصنـــف	تكلفة تقريبية (بالريال)
هوائي السهام	٥٠٠
جهاز تراسل	١٢٧٥
حاسب محمول	٣٠٠٠
المجموع	٤٧٧٥

جدول (١) التكلفة التقريبية للمحطة المحمولة.

فقط. كما يحتوي جهاز الاتصال الآنف الذكر على مودم هواة داخلي يتيح الاتصال الرقمي مع الأقمار أو الشبكة الأرضية بربطه بالحاسب. يوضح جدول (١) التكلفة التقريبية للمحطة المحمولة.

محطة متنقلة

تركب هذه المحطة داخل سيارة، وهي شبيهة بالمحطة السابقة إلا أن هوائيها ثابت على سطح السيارة، ولا يمكنه تعقب القمر، وبذلك تنحصر قدرة هذه المحطة في استقبال الإشارات القوية فقط. تتكون المحطة المتنقلة من:هوائي ثنائي النطاق وجهاز تراسل وحاسب محمول.

محطة استقبال فقط

يمكن أن تكون هذه المحطة إما ثابتة أو متنقلة، مخصصة فقط لاستقبال الإشارات الفضائية. يمتاز هذا النموذج باستخدام برامج حاسوبية للتحكم بجهاز الاستقبال. كما يمتاز أيضا باستخدام أجهزة استقبال تغطي نطاق واسع جداً من الطيف الترددي. يوضح جدول (٢) مقارنة بين مكونات وتكلفة المحطة المتنقلة ومحطة الاستقبال.

محطة استقبال صور الطقس

يمكن للهواة عبر هذه المحطة التقاط الصور الفضائية التي تبين حالة الجو مباشرة من أقمار نوا "NOAA" الأمريكية أو أقمار متيور (Meteor) الروسية، وجميعها تعمل في المجال الترددي (VHF). وتتكون هذه المحطة من ثلاثة أجزاء رئيسة: هوائي، وجهاز استقبال، وجهاز حاسب. تختلف هذه الأجهزة عن سابقاتها باستخدامها جهاز استقبال خاص بأقمار الطقس يعمل على ترددات مخصصة لهذه الأقمار. كما أنه يستخدم موجة ذات سعه تبلغ حوالي ٤٠ كيلو هيرتز. (بما أن أجهزة الهواة تستخدم سعة موجة لا تتجاوز ٢٥ كيلو هيرتز فان الهاوي يمكنه إجراء تعديل على جهازه ليستقبل ٤٠ كيلو هيرتز، خاصة أن هناك الكثير من المواقع على الإنترنت التي تساعد على ذلك. وبما أن أقمار الطقس تستخدم الإرسال الرقمي فهناك حاجة إلى مودم خاص "مترجم" (Decoder) للتعامل مع الإشارة) وكرت الصوت في الحاسب الآلي ليقوم بمهمة ترجمة الإشارة الرقمية، كما يمكن تحميل برامج خاصة لذلك. ويوضح جدول (٣) قائمة باحتياجات المحطة وتكلفتها التقريبية.

محطة متنقلة		محطة استقبال فقط	
الصنف	تكلفة تقريبية	الصنف	تكلفة تقريبية
هوائي السهام	٣٠٠	هوائي ثنائي النطاق	٥٢٥
جهاز تراسل	١٨٧٥	جهاز استقبال	١٨٧٥
حاسب محمول	٣٠٠٠	حاسب محمول	٢٥٠٠
المجموع	٥١٧٥	الجملة	٤٩٠٠

جدول (٢) مقارنة بين تكلفة المحطة المتنقلة ومحطة الاستقبال.

الصنـــف	تكلفة تقريبية (بالريال)
هوائي ثنائي متقاطع (VHF)	٤٠٠
جهاز استقبال	١٠٠٠
حاسب آلي	٢٥٠٠
المجموع	٣٩٠٠

جدول (٣) تكلفة محطة استقبال صور الطقس.

محطة متطورة

تحتوي هذه المحطة على إمكانات التعقب الآلي للأقمار وأجهزة اتصال وتحكم متطورة. يمكن لمثل هذه المحطة العمل كمحطة تحكم رئيسية بأقمار الهواة. وتتكون المحطة المتطورة -شكل(٣) وجدول(٤)- من الآتي:

١- هوائي ياجي ذو استقطاب دائري يعمل على نطاق التردد العالي(VHF).

٢- هوائي ياجي ذو استقطاب دائري يعمل على نطاق التردد فوق العالي (UHF)

٣- نظام محرك هوائي باتجاهين أفقي وعمودي.

٤- قاعدة تثبيت الهوائي.

٥- وحدة تكبير الإشارة المبدئية.

٦- وحدة توصيل جهاز تحكم المحرك الهوائي بالحاسب الآلي.

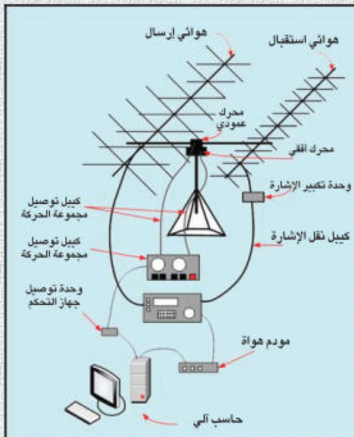
٧- جهاز مودم الهواة.

٨- جهاز اتصال راديو.

٩- حاسب آلي.

الصنـــف	تكلفة تقريبية (بالريال)
هوائيVHF	٨٥٠
هوائيUHF	١٢٣٤
عمود فايبر جلاس عازل لحمل الهوائيات	١١٢
قاعدة هوائي(صنع محلي)	١٥٠٠
نظام محرك هوائي	٢٣٦٥
وحدة تكبير	٦٧٥
١٠٠قدم كيبل توصيل(٨أسلاك)	١٣٥
١٠٠ قدم كيبل نقل إشارة راديو	٢٥٠
وحدة تحكم بالهوائي	٢٢٠٠
جهاز تراسل ثابت	٤٨٠٠
مودم هواة	١٣١٢
حاسب آلي	٢٥٠٠
المجموع	١٧٩٣٣

جدول (٤) مكونات وتكلفة المحطة المتطورة.



شكل (٣) نموذج لمحطة هواة متطورة.



يعد البحث عن طائرة تعرضت للسقوط في بلد شاسع مثل روسيا أو الولايات المتحدة أو الصين أو كندا وغيرها ، أو البحث عن سفينة غارقة في عرض المحيط مضيعة للوقت والمال، كما يعد اكتشاف موقعها مهماً جداً لفريق البحث والإنقاذ، فقد بينت الدراسات أن الذين يبقون أحياء بعد حدوث الكارثة مباشرة ؛ تكون لديهم فرصة البقاء على قيد الحياة - بإذن الله - لا تزيد عن ١٠٪ إذا لم يصل إليهم فريق الإنقاذ إلا بعد يومين، بينما تصل تلك النسبة إلى حوالي ٥٠٪ إذا تمكن فريق الإنقاذ من الوصول إليهم خلال ٨ساعات، كما يؤدي التحديد السريع لموقع الطائرة أو السفينة المنكوبة إلى تقليل الوقت والتكلفة اللازمة لعملية البحث والإنقاذ، كما يقلل من تعرض فريق الإنقاذ للحالات العصيبة التي كثيراً ما تواجههم أثناء عملية الإنقاذ.

تطورت في عصرنا الحاضر وسائل البحث والإنقاذ، مما ساهم بشكل كبير - بإذن الله - في إنقاذ العديد من منكوبي الطائرات والسفن نتيجة لسرعة تحديد موقع الكارثة، وبالتالي سرعة الوصول إليه ومباشرة عملية الإنقاذ.

نشأة برنامج البحث والإنقاذ

أدت المناقشات - عام ١٩٧٩م - بين كل من كندا والولايات المتحدة وفرنسا حول إمكانية إيجاد برنامج للتواصل عند حدوث كوارث للطائرات أو السفن إلى التوقيع على مذكرة تفاهم تنص على إنشاء برنامج أقمار اصطناعية لتتبع عملية البحث والإنقاذ أطلق عليه (Search and Rescue Satellite Aided Tracking-SARSAT) . كما وقعت مذكرة التفاهم الثانية في عام ١٩٨٠م بانضمام روسيا (الاتحاد السوفيتي سابقاً) إلى الدول المذكورة فيما يعرف دولياً بـ (COSPAS-SARSAT)، حيث تشير (COSPAS) إلى الأحرف الأولى للعبارة الروسية التي تعني "النظام الفضائي للبحث عن السفن المنكوبة". والذي تتولى روسيا الاتحادية تشغيله، بينما تتولى كندا وفرنسا والولايات المتحدة تشغيل نظام (SARSAT). وقد كان يوم التاسع من سبتمبر من عام١٩٨٢م أول عرض لفعالية نظام البحث والإنقاذ من خلال الأقمار الاصطناعية، وبعد تسعة أيام من الاختبار الفعلي - ١٩٨٢/٩/٩م - استلمت محطة أوتاوا إشارة إستغاثة (Distress Signal) حولت بواسطة الأقمار الاصطناعية (COSPAS-SARSAT-I) من طائرة تعرضت للسقوط في شمال كولومبيا البريطانية، وقد مكّن تحديد الموقع بواسطة الأقمار الاصطناعية من العثور على الطائرة في وادي الجبال (Mountain Valley)، يبعد ٩ كم عن خط سير ها الرسمي، وبذلك تم إنقاذ ثلاثة من الأحياء بواسطة أفراد القوة الكندية.

في ١١ أكتوبر من عام ١٩٨٢م انقلبت السفينة جونزو (Gonzo) أثناء العاصفة التي حدثت شرق مدينة بوسطن وعلى بعد ٤٨٠كم، وقد التقطت إشارة الإستغاثة بواسطة طائرة عابرة للمحيط، ولكن لم يتم تحديد موقعها بالضبط إلا عندما مرت من فوقها الأقمار الاصطناعية. حددت كل من المحطات الأرضية في كل من الولايات المتحدة وكندا موقع السفينة المنكوبة ، وفي الحال توجهت شرطة خفر السواحل إلى موقع السفينة المنكوبة ، و تم إنقاذ ثلاثة أشخاص من الذين كانوا على ظهرها ، وكانت هذه أول حادثة بحرية يتم فيها الاستفادة من البيانات الواردة من أقمار البحث والإنقاذ.

صمم برنامج الـ (COSPAS-SARAT) -نظام أرضي - للمساعدة في عمليات البحث والإنقاذ في البحر والبر والجو ، يعمل النظام مع أجهزة الطوارىء ، ويوجد حالياً أكثر من مليون جهاز تعمل في السفن والطائرات والمركبات، يمكنها إرسال إشارات تلتقطها الأقمار الاصطناعية، وقد وصل عدد المشتركين في هذا النظام إلى : تسع وثلاثين دولة ومنظمة، وهو متاح لأي دولة مجاناً ودون تمييز.

يعمل برنامج الـ (COSPAS-SARAT) كأذن كبيرة في الفضاء تستمع دائماً لنداءات الإستغاثة من الأرض، تتمثل وظيفته في إستقبال الإشارات من أجهزة الإرسال المحمولة على الطائرات أو السفن أو الأفراد، وبهذه الطريقة يمكن للجهاز أن يؤدي وظيفته على الوجه الأكمل عند وقوع مشكلة.

مكونات النظام

يتكون نظام البحث والإنقاذ من عدد من

المكونات الأساسية، منها ما يكون على الطائرة أو السفينة أو يحمله الأفراد على ظهورهم، ومنها ما يكون على الأرض، ومنها ما يكون في الفضاء، ومن أهم تلك المكونات، ما يلي:

● أجهزة الإرشاد

توجد أجهزة الإرشاد في أماكن حدوث الكوارث مثل سقوط الطائرات أو غرق السفن؛ لأنها محمولة عليها، وبذلك ترسل تلك الأجهزة إشارات تلتقطها الطائرات والأقمار الاصطناعية المخصصة للبحث، ومن خلالها يتم الاستدلال على موقع الكارثة تمهيداً لإرسال فرق الإنقاذ. يمكن تقسيم تلك الأحهزة إلى ما يلي:

*** أجهزة إرسال لاسلكية تشير إلى موقع الكارثة (Emergency Position Indicating radio Beacon-EPIRB):** وتستعمل في البواخر والسفن والمراكب البحرية ويوجد من هذه الأجهزة نوعان هما:

١- أجهزة الإشارات الرقمية (Digital Signals): وتعمل على التردد ٤٠٦ ميجاهيرتز، وتستقبل إشارة الإجابة على التردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز، وتنقسم هذه الأجهزة إلى مجموعتين، هما:

ـ المجموعة الأولى: وفيها ترسل إشارات الاستغاثة عند حدوث الكارثة إما آلياً، حيث يحدث تفعيل الجهاز وتشغيله عندما يتحرر مباشرة من حافظته دون تدخل أحد في ذلك. تحاط أجهزة هذه المجموعة ـ عادة ـ بحافظة (Brackets) مزودة بجهاز قذف هيدروليكي، تحرر هذه الآلية الجهاز من حافظته عندما يكون على عمق يتراوح ما بين متر إلى ثلاثة أمتار داخل الماء، فينطلق الجهاز بعد تحرره من حافظته ليطفو فوق سطح الماء ويبدأ في إرسال إشاراته.

من الاحتياطات التي يجب مراعاتها عند استخدام هذا النوع من الأجهزة أن يكون مثبتاً في أي مكان مفتوح خارج قمرة القيادة؛ لكي يطفو على سطح الماء بحرية تامة.

ـ المجموعة الثانية: وفيها يتم تشغيل الجهاز يدوياً، حيث إنها تحتاج إلى من يشغلها؛ ولذا فإنه يجب أن يكون في مكان بارز يمكن الوصول إليه بسهولة تامة في حالة الطوارىء.

الجدير بالذكر أن إشارات الأجهزة التي تعمل على التردد ٤٠٦ ميجاهيرتز يمكن اكتشافها في الحال بواسطة أقمار المدارات الثابتة (Geostationary Satellites)، وهذا يعني أنه حتى في حالة الإشارات القصيرة غير المتعمدة يمكن أن تسبب إنذاراً خاطئاً. ولتجب ذلك يجب التأكد من اتباع تعليمات وتوصيات الجهة المصنعة عند إجراء اختبار الجهاز أو تجريبه. كما يجب التأكد من تسجيل الجهاز لدى (COSPAS-SARSAT). وإذا ما حدث لسبب ما تشغيل الجهاز المسجل بغير قصد فإن صاحب الجهاز سيتلقى من خفر السواحل مكالمة هاتفية للاستفسار عن مدى صحة هذه الإشارة.

يعد التسجيل مهماً لأنه يساعد قوات البحث والإنقاذ في العثور على السفينة المنكوبة بسهولة وسرعة تامة، كما يمكن للسفينة المجهزة بمثل هذه الأجهزة تقديم المساعدة لسفينة أخرى، دون أن يؤدي ذلك إلى شغل الأقمار الاصطناعية، والتي قد تكون الحاجة إليها أكثر في حالة إسعافية حقيقية.

٢- أجهزة الإشارات المتناظرة (Analog signals): وتعمل على التردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز، ويتم تشغيلها يدوياً، وهي تعمل مع أنظمة الأقمار الاصطناعية في المدارات الأرضية المنخفضة، إلا أنها لاتعمل مثل الأجهزة ذات التردد ٤٠٦ ميجاهيرتز، ولا يمكن إكتشافها بأقمار المدارات الثابتة التي تعطي تحذيراً في الحال لما يقارب من ٨٥٪ من الكرة الأرضية، وأكثر من ذلك فإن الأجهزة التي تعمل بالتردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز تعد من الأسباب الرئيسية في ضياع جهد قوات البحث والإنقاذ نتيجة لإعطائها تحذيرات خاطئة. ومع أنه يمكن حل معظم التحذيرات بسهولة تامة – بمكالمة هاتفية – إلا أنها قادت برنامج البحث والإنقاذ العالمي إلى تحديد اليوم الأول من فبراير من عام ٢٠٠٩ م كآخر يوم لاستخدام هذا البرنامج؛ ولذلك فإنه على كل مستخدم له أن يتحول إلى الأجهزة التي تعمل بالترد ٤٠٦ ميجاهيرتز.

الجدير بالذكر أن أجهزة الإرشاد إلى السفن والقوارب المنكوبة منها ما زال يعمل



● جهاز (EPIRB).

ويستفاد منه ، ومنها ما أصبح في عداد التاريخ، وعلى هذا صنفت إلى ما يلي:

١- طرز مستخدمة ، وهذه تقسم بدورها إلى مجموعات هي :

- المجموعة الأولى : وتعد أفضل الأنواع ، ولكنها غالية الثمن ، ويمكنها أن تتحرر من غلافها يدوياً بواسطة أحد أفراد طاقم السفينة، أو آلياً بمجرد حدوث الكارثة للسفينة سواء باصطدامها بجسم صلب ، أو غرقها.

- المجموعة الثانية : وهي تشبه إلى حد كبير المجموعة الأولى، إلا أنها بشكل عام يدوية التشغيل، كما يتم إخراجها من غلافها يدوياً، ومن مميزاتها أنها أقل كلفة من المجموعة الأولى.

- المجموعة الثالثة ، وتعمل على الموجة العائدة (Homing Signal) ذات التردد ١٢١,٥ ميجا هيرتز، وتشغل يدوياً فقط، وتعد أرخص الأنواع، و الأقل كفاءة.

٢- طرز مهجورة : ويوجد العديد منها ولا ينصح باستخدامها في الوقت الحاضر، منها:

- الرتبة (A) : وتشمل الأجهزة ذاتية التشغيل على التردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز، وقد توقف استخدام هذه الأجهزة من قبل حرس الحدود في الولايات المتحدة، وذلك ناتج عن محدودية التغطية وطول الوقت اللازم للتعرف على الإشارة.

- الرتبة (C) : تعمل أجهزة هذه الرتبة على القناة (VHF) ، وهي مصممة للطائرات الصغيرة التي تعمل قرب الشواطيء. عرف هذا النوع في الولايات المتحدة فقط ، وانتهى العمل به في عام ١٩٩٩م.

- الرتبة (S) : وهي من النوع الذي يعمل على التردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز، وهي تشبه - إلى حد كبير - الرتبة (B) ، ولكنها في الغالب توجد كجزء مكمل لقارب النجاة أو سترة الإنقاذ، وهي في الوقت الحاضر غير مستخدمة بتوصية من خفر السواحل في الولايات المتحدة.

- إنمار سات (E) : وتعمل بشكل آلي على موجة ترددها ١٦٤٦ ميجاهيرتز يمكن التقاطها بواسطة نظام القمر الاصطناعي إنمارسات المخصص لدراسة جيوجولوجية الأرض. أجيزت هذه الرتبة من نظام السلامة من الكوارث البحرية العالمي (Global Maritime Distess Safety System-GMDSS)، ولكن ليس في الولايات المتحدة. في سبتمبر من عام ٢٠٠٤م أعلن أنمارسات أنه سيوقف العمل على أنمارسات (E) في ديسمبر من عام ٢٠٠٦م نتيجة لقلة الرغبة فيه من قبل البيئة البحرية.

● أجهزة إرسال موقع الطواريء

طورت أجهزة إرسال موقع الطوارئ (Emergency Locator Transmitters -ELT): لأول مرة في الولايات المتحدة ، وألزمت بحملها معظم الطائرات المدنية الأمريكية . وكان أول استخدامها على التردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز لتحذير الطائرات التي يمر بعضها فوق بعض ، إلا أن هناك قصوراً واضحاً في هذه التقنية ، وهو أن الطائرة الأخرى يجب أن تكون في مدى معين حتى تستطيع سماع التردد ١٢١,٥ ميجا ، وبالتالي استقبال الإشارة.

يعد توفير خدمة متميزة لاستقبال الإشارة أحد الأسباب الرئيسة التي أدت إلى تطوير نظام البحث والإنقاذ ، والسبب الآخر يتمثل في توفير بيانات الموقع لكل فعالية.

تستخدم في الوقت الحاضر طرز مختلفة من أجهزة إرسال موقع الطواريء. يعمل منها قرابة مئة وسبعين ألف جهاز من الأجيال القديمة التي تعمل بالتردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز ، وللأسف الشديد فقد ثبت أن كفاءتها متدنية جداً ، فقد تصل البلاغات الخاطئة إلي حوالي ٩٧٪، أي أنها تعمل بطريقة مناسبة بنسبة لا تتجاوز ١٢٪. ولحل هذه لمشكلة فقد طورت الأجهزة التي تعمل بالتردد ٤٠٦ ميجاهيرتز ، مما قلل البلاغات الخاطئة المؤثرة بشكل حاد على مصادر البحث والإنقاذ ، وزاد من معدل إنقاذ المنكوبين . وعلى ذلك قل الوقت اللازم للوصول إلي الضحايا ، بحيث وصل المعدل إلى ست ساعات. وقد دلت الدراسات على أن معدل الأفراد الذين تم إنقاذهم قرابة ١٣٤ فرداً وتوفير ملايين الدولارات سنوياً.

تواجه التجهيزات التي تعمل بالتردد



● جهاز تحديد موقع الطائرة المنكوبة.

٤٠٦ ميجاهيرتز مشكلة تنحصر في كلفتها العالية، التي تصل إلى ١٥٠٠ دولار، مقارنة بكلفة الأجهزة التي تعمل بالتردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز، ولكن مع هذه الكلفة العالية : فإنه لا أحد يناقش أو يجادل في الخصائص الهمة التي توفرها.



• أجهزة تحديد مواقع الأفراد.

نتيجة للميزات الجيدة في الأجهزة التي تعمل بالتردد ٤٠٦ ميجاهيرتز، وعيوب الأجهزة التي تعمل بالتردد ١٢١,٥ فإن برنامج البحث والإنقاذ العالمي قرر إيقاف العمل بالأجهزة التي تعمل بالتردد ١٢١,٥ في اليوم الأول من شهر فبراير من العام ٢٠٠٩م.

• أجهزة تحديد مواقع الأفراد

تستخدم أجهزة تحديد مواقع الأفراد **(Personal Locator Beacon-PLB):** في تحديد مواقعهم عندما يتعرضون لمواقف صعبة، كما هو الحال في الأجهزة التي تشير إلى موقع الطائرة أو السفن المنكوبة. وتختلف هذه الأجهزة عن تلك : في أن الشخص يحملها معه. كما أنها تشغل يدوياً وعلى التردد ٤٠٦ ميجاهيرتز فقط. ومثلما في الأجهزة السابقة فإنها مزودة بجهاز إعادة الإرسال يعمل بالتردد ١٢١,٥ ميجاهيرتز ذو طاقة منخفضة، وهذا يسمح لقوة الإنقاذ لإعادة التواصل مع الجهاز بمجرد إكتشاف الأقمار الاصطناعية للإستغاثة المحمولة على التردد ٤٠٦ ميجاهيرتز. تسمح بعض أجهزة تحديد موقع الأشخاص بتكامل إشارة الإستغاثة مع نظام تحديد المواقع العالمية (GPS)، ويستطيع هذا النظام تحديد الموقع بدقة عالية تصل إلى ١٠٠ متر، أي ما يعادل تقريباً ملعب كرة القدم.

قبل ١ يوليو من عام ٢٠٠٣م كان استخدام هذه الأجهزة مقصوراً على المقيمين في ولاية ألاسكا، ولكن النجاح الذي تحقق - تم إنقاذ أكثر من ٤٠٠ فرد - مهد الطريق لتعميمها على جميع الولايات في أمريكا.

الأقمار

يتكون نظام البحث والإنقاذ مما يلي :

• أقمار المدار الثابت

تتكون أقمار المدار الثابت (Geo Synchronous) من أربعة أقمار اصطناعية يطلق عليها جيوسار (Geosar)، تغطي أقمار الجيوسار بشكل مستمر كامل الأرض تحت درجة ٧٠° من خطوط العرض مع الإتجاه نحو خط الإستواء. ولكن يعاب عليها أن بعض المناطق يكون إرسالها للموجات اللاسلكية ضعيفاً، كما أن المناطق القطبية غير مغطاة، تتم مراقبة أقمار الجيوسار بواسطة ١٨ محطة.

• أقمار المدار المنخفض

تتكون أقمار المدار المنخفض من سبعة أقمار اصطناعية، يطلق عليها ليوسار (Leosar) تغطي الأرض بكاملها مع التركيز على المناطق القطبية. تتمتع أقمار ليو سار بقدرتها على حفظ إشارات الاستغاثة ثم ترسلها إلى المحطات الأرضية عندما تمر فوقها. يوفر نظام ليوسار المكون من أربعة أقمار متآلفة، ذات تغطية متكررة للمناطق القطبية في كل مئة دقيقة. أعد الاتحاد السوفييتي سابقاً قمرين من أقمار ليوسار، وتدار حالياً من قبل روسيا الاتحادية، تدور هذه الأقمار في مدار يبعد عن الأرض ١٠٠٠كم. تدار خمسة من أقمار ليو سار بواسطة الولايات المتحدة وتوجد في مدار يبعد عن سطح الأرض ٨٥٠كم. تراقب أقمار ليوسار ٤٦ محطة.

التسجيل

يوجد لكل جهاز من أجهزة إرسال إشارة الاستغاثة رقماً تسلسلياً (Serial number)، وعند شراء الجهاز يجب تسجيله عند السلطات المحلية الملائمة. يوفر التسجيل للسلطات المحلية رقماً هاتفياً للاتصال ووصفاً جيداً للسفينة مرسلة الإشارة، بما في ذلك الميناء في البلد الذي تنتمي إليه. يمكن للجهاز أن يعطي كثيراً من المعلومات المطلوبة في عملية الإنقاذ، كما يوفر طريقة سهلة للتحقق من البلاغ واستبعاد البلاغات غير الصحيحة.

آليـــة عمـــل الجـهـــاز

تعمل جميع الأنظمة بالطريقة التالية:

تفعل أجهزة إرسال إشارة الاستغاثة آلياً بمجرد حدوث اصطدام أو غرق للسفينة، أو يدوياً بواسطة أحد ملاحي السفينة تلتقط الاشارة المرسلة بواسطة قمر إصطناعي أو أكثر.

تقوم الأقمار الاصطناعية بإرسالها إلى محطة التحكم الأرضية التي تقوم بمعالجة هذه الإشارات وإعادة إرسالها إلى الهيئة الوطنية على شكل بيانات متضمنة الموقع التقريبي للسفينة المنكوبة . ومن ثم تقوم الهيئة الوطنية بتوجيه البيانات إلى سلطة الإنقاذ ، حيث تقوم باستخدام أجهزة الاستقبال الخاصة بها لتحديد مصدر الإشارة والقيام بعملية الإنقاذ.

الجدير بالذكر أن أحدث أجهزة الإرشاد تعمل بذبذبة مقدارها ٤٠٦ ميجاهيرتز ، وأنه بمجرد وصول بيانات القمر الاصطناعي ؛ فإنها تأخذ أقل من دقيقة لإعادة إرسالها إلى جميع البلدان المسجلة في هذا النظام .

مـميزات أجـهـــزة الإنـقــاذ

تتميز أجهزة الإنقاذ بلونها اللامع، ومقاومتها للماء، وحجمها المناسب الذي يوجد على شكل مكعب طول ضلعه حوالي ٣٠ سم، ووزنها الخفيف بحدود ٢,٥كجم، إضافة إلى إمكانية شرائها من أي مكان خاص بالمستلزمات البحرية أو ورش صيانة الطائرات أو السفن . ومن مميزاتها أنها تعيش لفترة طويلة تزيد عن عشر سنوات، ويمكن استخدامها عند أجواء مناسبة تتراوح مابين ٤٠ْ إلى -٤٠ْم، وقد ظهرت حديثاً موديلات حديثة تفوق في مواصفاتها الموديلات القديمة بدرجة كبيرة. ومع ذلك فإن الأجهزة القديمة ساهمت بدور فعال في تقليل المفقودين في الحوادث مقارنة مع الحوادث التي لا تتوفر فيها مثل تلك الأجهزة.



• آلية عمل جهاز البحث والإنقاذ.

تجهيزات الطواريء القانونية

تلزم معظم الطائرات التي تخدم في الولايات المتحدة بحمل جهاز إرسال للأرشاد عن موقع الطواريء (Emergency Location Transmitte-ELT). وبحسب نوع ومكان التشغيل ، بينما لا تلزم الرحلات المجدولة بواسطة وكالة الناقلين الجويين بذلك ، ومع ذلك في الطائرات التجارية يجب أن تحتوي على جهاز تسجيل لما يحدث في قمرة القيادة ، أو جهاز تسجيل بيانات الطائرة على مرشد لاسلكي يعمل تحت سطح الماء.

تلزم - أيضاً - معظم السفن التجارية التي تحمل المسافرين وتعمل في أعماق المحيطات (بعيداً عن الشواطيء) : أن تكون مجهزة بمرشد لاسلكي يشير إلى موقع السفينة المنكوبة ، ويعمل بشكل آلي بمجرد حدوث مشكلة طارئة، بينما لا تلزم السفن التي تعمل قرب الشواطيء البرية أو في المياه العذبة بمثل تلك الأجهزة.

المراجع

http:/www.mis.univiena.gov.pressels/2006/unisos344.html

http://www.publicaffairs.noaa.gov/releases2001/jun01/noaa01075html

http://www.sarsat.noaa.gov/emerbcns.html

http://www.answers.com/topic/emergency-position-indicating-radio-beacon-1

http://friendsofcrc.ca/projects/sarsat/sarsat.html

عالم في سطور

د. القبـــــاج

● **الاسم:** د. صلاح الدين القباج

● **الجنسية:** مغربي

● **تاريخ الميلاد:** ٤/٧/١٩٥٩م

● **المرتبة العلمية:** أستاذ

● **جهة العمل:** جامعة الملك فهد للبترول والمعادن

● **المؤهلات العلمية:**

- ١٩٨٥م شهادة الماجستير في الرياضيات من جامعة ليون - فرنسا
- ١٩٨٨م شهادة الدكتوراه في الرياضيات من جامعة ليون - فرنسا.
- ١٩٩٣م شهادة الأهلية في علوم الرياضيات من جامعة ليون - فرنسا.

● **مجال التخصص:** الجبر

● **اللغات:** عربي، إنجليزي، فرنسي، إيطالي.

● **التدرج الوظيفي والأكاديمي**

- ١٩٨٧- ١٩٨٨م: أستاذ مساعد مؤقت - جامعة ليون - فرنسا.
- ١٩٨٩ - ١٩٩٣م: أستاذ مشارك - جامعة فاس - المغرب.
- ١٩٩٤ - ١٩٩٧م: أستاذ - جامعة فاس - المغرب.
- ١٩٩٨م - الوقت الحاضر: أستاذ رياضيات جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.

● **أستاذ زائر**

- ١٩٨٨- ١٩٨٩م: جامعة روما - إيطاليا ("باحث مشارك" لمدة سنة تقريباً).
- ١٩٨٩- ١٩٩٢م: جامعة روما - إيطاليا (زيارات منتظمة قصيرة وطويلة المدى).
- ١٩٩٢- ١٩٩٣م: جامعة فرجينيا، تشارلوتسفيل - الولايات المتحدة الأمريكية (الفصل الصيفي).
- ١٩٩٢- ١٩٩٦م: جامعة روما - إيطاليا، (زيارات منتظمة قصيرة وطويلة المدي).
- ١٩٩٦- ١٩٩٧م: جامعة تينيسي، نوكسفيل - الولايات المتحدة الأمريكية (الفصل الثاني).
- ٢٠٠١- ٢٠٠٢م: جامعة هارفارد، كامبريدج - الولايات المتحدة الأمريكية .

● **النشاط العلمي**

إضافة إلى خبرة د. القباج العلمية والعملية الواسعة في مجال الرياضيات، والتي امتدت إلى مايقارب عشرين عاماً، أنجز مايلي:-

- نشر العديد من الأوراق العلمية ونتائج الأبحاث في مختلف المجلات والدوريات العلمية (٤٤ ورقة علمية).
- قام بتأليف أربعة كتب في مجال التخصص.
- شارك في العديد من المؤتمرات والندوات العلمية في مختلف الدول العربية والإوربية وأمريكا.
- أشرف على مجموعة من رسائل الدكتوراه.
- أنجز بعض الأبحاث الممولة (منح بحثية) من جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.
- شارك في الكثير من اللجان العلمية والمتعلقة بقسم الرياضيات - كلية العلوم - جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.

● **منح وجوائز:**

- ١٩٨٨٥م: منحة التميز للدراسات العليا (Ph.D)، من الوزارة الفرنسية للبحث العلمي، فرنسا.
- ١٩٩٢م: منحة بحث (CNR)، المجلس الوطني للبحث العلمي، في إيطاليا (NSF تعادل CNR في أمريكا).
- ١٩٩٣م: منحة بحث/جائزة من اللجنة الأوربية للرأسمال البشري، فرنسا وإيطاليا.
- ١٩٩٣م: منحة (FULBRIGHT)، جامعة فرجينيا - الولايات المتحدة الأمريكية.
- ١٩٩٤م: منحة بحث (CNR)، المجلس الوطني للبحث العلمي، في إيطاليا.
- ١٩٩٦م: منحة بحث (CNR)، المجلس الوطني للبحث العلمي، في إيطاليا.
- ١٩٩٧-٢٠٠٢م: زميل مشارك منتظم في المركز الدولي للفيزياء النظرية (LC TP) إيطاليا.
- ١٩٩٨م: جائزة شومان في الرياضيات (على مستوى الوطن العربي)، عمان - الأردن.
- ٢٠٠١م: منحة العالم المتميز (ثلاثة فائزين على مستوى الوطن العربي وفي جميع التخصصات)، الصندوق العربي - الكويت.
- ٢٠٠٤م: جائزة البحث المتميز ٢٠٠٤م في كلية العلوم، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن - الظهران.
- ١٤٢٦هـ/٢٠٠٥م جائزة المراعي للإبداع العلمي (العالم المتميز في الرياضيات).

المصدر:
جائزة المراعي.

الأقمار الاصطناعية السعودية

د. عبدالعزيز الصقير
د. محمد الماجد
م. محمد السالم

خطت المملكة العربية السعودية خطوات متقدمة في صناعة الأقمار الاصطناعية وتشغيلها خدمة للأغراض التنموية، حيث سعت مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية من خلال معهد بحوث الفضاء إلى جعل هذا الحلم حقيقة حتى تكللت مساعيها - بفضل الله - بإطلاق أول قمر سعودي إلى الفضاء مع إطلالة الألفية الثالثة (عام ٢٠٠٠م).

توالت بعد ذلك عمليات البحث والتطوير في هذا المجال بإطلاق أقمار عدة، لتخدم المجالات العلمية والعملية المختلفة؛ والتي تهدف إلى النهوض بالمملكة في المجال التنموي والعلمي.

يتناول هذا المقال سرداً لما حققته المملكة من نجاحات في بحوث الفضاء، والخطط المستقبلية في هذا المجال.

سعودي سات - ١

قام مركز تقنية الأقمار الاصطناعية بمعهد بحوث الفضاء **بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** بالعمل على تطوير وبناء قمرين اصطناعين صغيري الحجم هما: سعودي سات-١ أ، وسعودي سات-١ب للاستفادة منهما في مجال الاتصالات. وقد تم إطلاق القمرين في ٢٦/٩/٢٠٠٠م من قاعدة بيكانور بكازاخستان عن طريق الصاروخ الروسي دنبر. يزن كل قمر منهما ١٠ كيلو جراماً، وهما مكعبي الشكل بطول وعرض ٢٤ سم وارتفاع ٢٢سم.

يعمل القمران على مبدأ التخزين والتحويل الرقمي، وقد أثبتت التجارب كفاءة هذه الأقمار في تحويل المعلومات من مواقع نائية وفي تعقب المركبات.

دار القمران حول الأرض على ارتفاع ٦٥٠ كيلو متراً عن سطح الأرض، وبزاوية ميلان قدرها ٦٤°.

سعودي سات - ٢

تم إطلاق القمر السعودي التجريبي الأول للاستشعار عن بعد "سعودي سات-٢" بواسطة الصاروخ الروسي دنبر (Dneper) المعدل في ٢٩ يونيو ٢٠٠٤م. يدور القمر في مدار متزامن مع الشمس على ارتفاع ٧٠٠كم. وقد صمم القمر وصنع ليكون تجربة علمية تطويرية متقدمة لجميع مكوناته حيث حمل نظامين منفصلين للتحكم به، وكاميرا فيديو تصور بدقة ١٥م. يزن القمر حوالي ٣٣ كيلو جراماً، وهو مكعب الشكل تقريبا، وتتم تغذيته بالطاقة الكهربائية بواسطة لوحات شمسية (solar panels) تغطي جوانبه الأربعة، وهي تقنية مماثلة لما تم تجربته بنجاح على القمر السعودي سعودي سات-١ج، ولكن بنظام جديد للتحكم والتخزين للطاقة الكهربائية مبتكر بالكامل ومصنع محلياً ليتناسب مع تقنية بطاريات أيون الليثيوم (Lithium Ion).

يتم التحكم بالقمر في جميع الاتجاهات باستخدام نظام تحكم جديد يستخدم عجلات رد الفعل، وقضبان العزم المغناطيسي. يتم قياس اتجاه القمر بمجموعة من المجسات مثل جهاز قياس المجال المغناطيسي (magnetometer)، ومجسات زاوية سقوط الشمس (sun sensor)، كما يتم التعرف على سرعة دورانه حول المحور المتعامد على مستوى مداره باستخدام جيروسكوب (Gyroscope) إلكتروني. ويتم إرسال أوامر التحكم بالقمر عن طريق نُظم إرسال واستقبال بترددات (UHF) و (VHF)، وتبث صور الفيديو الملتقطة مباشرة إلى المحطة الأرضية باستخدام نظام ارسال بتردد في مجال (S-band).

للقمر العديد من الأنظمة والأجزاء يمكن تفصيلها فيما يلي:-

• الوحدة الإلكترونية المركزية

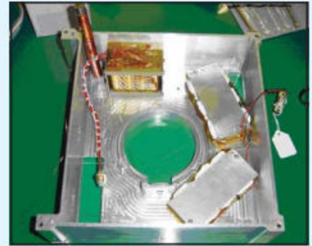
تشتمل هذه الوحدة على الحاسب الرئيس في جميع أقمار سعودي سات١، وهو مبني على معالج (NEC V53) لانخفاض استهلاكه للطاقة الكهربائية، وله ذاكرة من نوع (EPROM) بحجم ١٢٨ كيلو بايت. كما تحتوي الوحدة على نقاط اتصال بوحدة الطاقة الكهربائية ومعالج قنوات اتصال رقمية ببقية أجهزة القمر. يتم تبادل المعلومات مع نظام الاتصال عبر معالج (Modem) مبني على شريحة من نوع (CMOS FSK) ويحتوي على قناتين إحداهما ثابتة السرعة بمقدار ٩٦٠٠ بايت لكل ثانية، والأخرى متغيرة السرعة بأربع درجات مختلفة.



• الحاسب الرئيسي مثبت فوقه المعالج.

● وحدة الطاقة

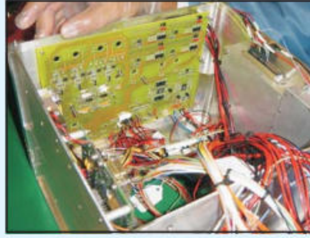
تعمل هذه الوحدة على إنتاج وتخزين الطاقة الكهربائية والمحافظة عليها، وتشمل اللوحات الشمسية، وبطاريات الليثيوم، ووحدة التحكم بالطاقة. يتم تجميع الطاقة الكهربائية عن طريق أربع لوحات شمسية مستطيلة الشكل، تم إسناد كل منها بلوح ألمنيوم بسماكة ٢مم. تشمل كل لوحة على٦٠ خلية شمسية من نوع (Bp monocrystalline Saturn solar cell) ذات كفاءة متوسطة تبلغ ١٥٪. تنتج هذه الخلايا أكثر من ١٠ فولت وحوالي ١٠,٢٢ وات. إضافة لذلك هناك طاقة كهربائية احتياطية يتم إنتاجها بواسطة ٢٠ خلية شمسية تنتج ١٠ فولت و ٤ وات. وبما أن أنظمة القمر تحتاج إلى مستويات جهد مختلفة ـ ٣,٣ فولت، ٥ فولت و ٨,٥ فولت و١٢ فولت ـ فقد تم تصميم لوحة إلكترونية للتحكم بالجهد. أما بالنسبة للبطاريات فإن النظام الرئيس للقمر يستخدم ٨ بطاريات أيون الليثيوم، بينما



● بطاريات القمر من نوع ليثيوم زينون (أعلى يسار) ونيكل كادميوم (يمين).



● اللوحة الشمسية.



● نظام التحكم بالطاقة أثناء الاختبار.

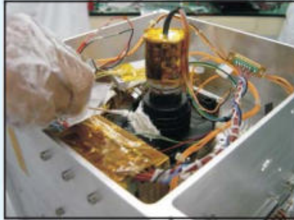
يستخدم النظام الاحتياطي ٦ بطاريات من نوع نيكل كادميوم.

الجدير بالذكر أن الفريق قام بتطوير نظام جديد للتحكم بالطاقة، حيث أثبت إمكانية إعادة تصنيعه بشكل تجاري عند الحاجة.

● الحمولة الرئيسة

الحمولة الرئيسة للقمر عبارة عن كاميرات التصوير الآتية:-

١- كاميرا تصوير ـ فيديو أسود وأبيض ـ وبقدرة تكبير تيلسكوبية تسمح بالتقاط صور بدقة ٦ م من ارتفاع ٧٠٠ كلم عن سطح الأرض.



● كاميرا الفيديو مثبتة على التلسكوب.

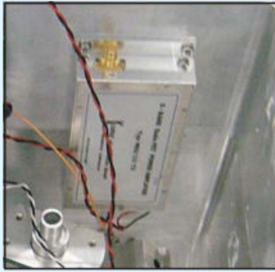


● التلسكوب الرئيسي.

٢- كاميرا تصوير ملون، بدقة ٦٠ م وبعرض يصل إلى ٢٦ كلم.

● وحدة البث

يتم البث المباشر عبر وحدة بث في النطاق اس (S-Band video). لما يتم تصويره إلى المحطة الأرضية عندما يكون القمر في نطاق الاتصال. ويتم تجميع الفيديو من الكاميرا الرئيسية والكاميرا الإضافية ومن ثم إرسالها إلى الأرض باستخدام ذبذبات (S-band) باستخدام هوائي مصنع من قضيب حديدي رفيع



● نظام البث بذبذبات (S).

●نظام التحكم باتجاه القمر

يتطلب التصوير المستمر للأرض والاتصال بالمحطة القدرة على توجيه القمر بدقة نحو الأرض، حيث تنحصر المهمة الأساسية لنظام التحكم الديناميكي بالقمر لتوجيهه نحو موقع معين على الأرض لتصويره، أو لتوجيه هوائيات الإرسال نحو موقع محطة الاتصال. كما أن النظام مسؤول عن تأمين ثبات القمر بسرعة دوران معينة واستقراره ديناميكياً للقيام بمهام أخرى كتأمين تعامد أشعة الشمس الساقطة على الألواح الشمسية.

يتطلب التحكم بالقمر القدرة على توليد عزوم، واستغلال مبدأ حفظ زخم (عزم) الدوران، وذلك باستخدام عجلات رد الفعل والتي تنتج عزماً يتسبب في دورانها يقابل



● إحدى عجلات رد الفعل أثناء التجميع.

بعزم مماثل على القمر يتسبب في دورانه في الاتجاه المعاكس. ويتطلب ذلك التخلص - من حين لآخر - من زخم دوران القمر باستخدام قضبان العزم المغناطيسي، والذي يكون استخدامها أساسياً بعد فصل القمر عن الصاروخ مباشرة.

يتم توجيه القمر إلى الوجهة الصحيحة بعدة طرق، تعتمد في معظمها على الحساب وباستخدام مجسات قياس زوايا القمر، مثل مجس قياس زاوية سقوط الشمس، ومجس قياس المجال المغناطيسي للأرض. كما يمكن قياس سرعة دوران القمر بحساب سرعة تغير زوايا الدوران، أو مباشرة باستخدام مجس سرعة الدوران الزاوي (جايروسكوب) (Gyroscope). أما موقع القمر في مداره فيتم تحديده بالحساب أو باستخدام مجس تحديد المواقع العالمي (GPS).



● عجلات رد الفعل وأحد قضبان العزم المغناطيسي مع لوحة التحكم به.



● لوحة التحكم بعجلات رد الفعل.

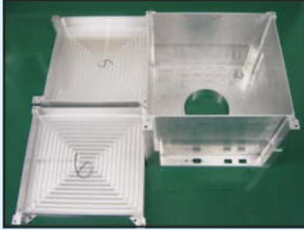
صمم نظام التحكم بسعودي سات-٢ لتوجيه القمر في جميع الاتجاهات، وبأسلوب يُعرف بالتحكم بدون زخم، وهو مكون من عجلات رد الفعل ومغناطيسات العزوم والتي تستخدم في توجيه القمر إلى الاتجاه الصحيح. وتوجد عجلة رد فعل ومغناطيس عزم لكل محور للقمر. أما مجسات معرفة اتجاه القمر فتشمل مجسات قياس زاوية الشمس بالنسبة للقمر التي تستخدم لوحات شمسية صغيرة قليلة الدقة تغطي جميع الاتجاهات.

● الهيكل

تم الاستفادة من الخبرة المكتسبة في تصميم وتصنيع هياكل أقمار سعودي سات-١ المبنية على فكرة الصواني مع إدخال تعديلات أساسية لاحتواء الحمولة الرئيسة، حيث روعي أن يبقى تصميم القاعدة بنفس التصميم السابق مع قطع الأرضية بما يتناسب مع حجم الكاميرا الرئيسة، واستخدم الألومنيوم في جميع أجزاء الهيكل، وتم التصنيع محلياً بالتعاقد مع إحدى الشركات الوطنية المتخصصة.

● نظام الاتصال للتحكم بالقمر

يوجد جهازان للإرسال على ذبذبة (UHF) وجهازان للاستقبال على ذبذبة (VHF)، وتم وضع أجهزة الاستقبال في الصينية العليا بينما وضعت المرسلات في الصينية السفلى.



● الهيكل الرئيس للقمر يوضح فكرة الصواني

سعودي كمسات

تأتي كلمة كمسات (Comsat) من اختصار الكلمة الانجليزية (Commercial) للدلالة على التوجه التجاري للبرنامج موصولاً بمسمى الأقمار الاصطناعية (Satellite). وقد ظهر هذا البرنامج كتطبيق تجاري لسلسلة الأقمار السعودية الأولى سعودي سات-١ أ وسات-١ب٢ وسات-١ج.

يعتبر سعودي كمسات (Saudi ComSat)

أحد أهم برامج الأقمار الاصطناعية في مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، وهو امتداد للأقمار السعودية التجريبية الأولى، ولكنه يختلف عنها في أنه يتكون من منظومة من الأقمار الاصطناعية التي توفر نقل البيانات والمعلومات.

يتكون برنامج سعودي كمسات من ثلاثة عناصر رئيسة:-

١- أقمار اصطناعية صغيرة الحجم تدور حول الكرة الأرضية في مدارات منخفضة (٥٦٠-٧٠٠كم).

٢- محطات أرضية تقوم بالتحكم في القمر وجميع مهماته واستقبال البيانات.

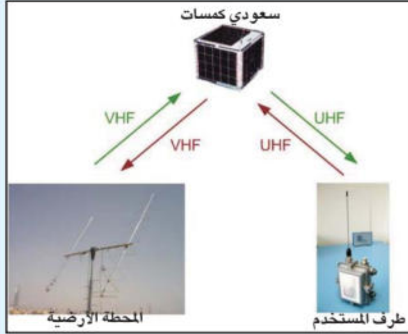
٣- وحدات تراسل تقوم بجمع البيانات المطلوبة وإرسالها للقمر.

وتتكون منظومة سعودي كمسات حالياً من قمرين أطلقا عام ٢٠٠٤م، وينتظر إطلاق خمسة أخرى في بداية عام ٢٠٠٧م، ومن المتوقع أن يصل عددها إلى ٢٤ قمراً في المستقبل.

يهدف نظام سعودي كمسات لنقل البيانات من المناطق النائية أو المتحركة مثل بيانات أنابيب البترول في الصحراء، أو مواقع حاويات البضائع في المحيطات. وتتصف هذه التطبيقات بقلة حجم البيانات اللازم إرسالها وتباعد فترات الإرسال. ويعتبر نظام سعودي كمسات نظاماً مناسباً لمثل هذه التطبيقات؛ وذلك لعدم وجود شبكات سلكية في مثل هذه المناطق (الصحراء أو البحار) أو للتكلفة العالية للشبكات اللاسلكية.

● طريقة عمل النظام

ينقل نظام سعودي كمسات، أي معلومة من أي نقطة في الأرض إلى محطة استقبال أرضية. عند مرور أحد أقمار سعودي كمسات فوق وحدة التراسل المصممة للاتصال بالقمر ترسل الوحدة البيانات المراد نقلها إلى القمر.



● اتصال القمر بوحدة التراسل

يحول القمر هذه البيانات بعد التقاطها إلى إحدى المحطات الأرضية. تعالج المحطة الأرضية هذه البيانات، وتقدمها للمستفيد النهائي من الخدمة غالباً بوضعها على شبكة الإنترنت. كما يمكن الإرسال العكسي، أي إرسال البيانات أو إشارات التحكم من المحطة الأرضية إلى وحدة التراسل عبر القمر.

● مواصفات القمر

يتكون القمر من الأجزاء التالية:

* **الهيكل:** ويصنع من سبيكة خاصة من الألمنيوم. وهو يمثل شكل القمر وهيئته ويحتوي بداخله الأجزاء الإلكترونية.

* **أجهزة الاتصالات:** وهي حلقة الوصل بين المحطة الأرضية والوحدات الداخلية للقمر أو وحدات التراسل الأرضية. وتتمثل في أجهزة إرسال واستقبال في نطاقات (UHF) و (VHF).

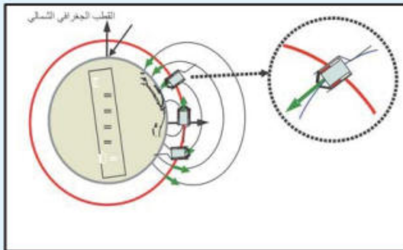
* **نظام التحكم:** ويتكون من حاسب متقدم للتحكم في جميع أجزاء القمر والتحكم في مهمته.

* **نظام الطاقة:** ومهمته تزويد أنظمة القمر بالطاقة الكهربائية المستمدة من ضوء الشمس، باستخدام الخلايا الشمسية، وكذلك تخزين الطاقة الفائضة في وحدة بطاريات مكونة من ٦ بطاريات(NiCad) قابلة للشحن.

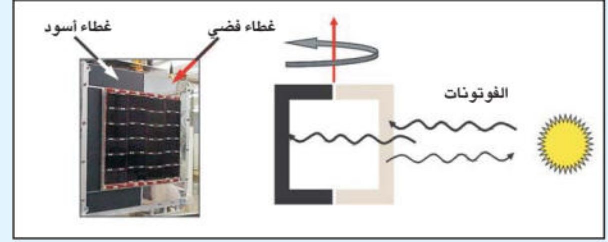
* **نظام التحكم بالوجهة:** ويتحكم في وجهة القمر، وهو نظام تحكم خامل (Passive)، أي أنه لا يستهلك طاقة كهربائية. يقوم مغناطيس بإبقاء هوائيات القمر موجهة دائما باتجاه الأرض كما يتحكم النظام في دوران القمر حول نفسه باستخدام قضبان تثبيط سرعة الدوران. ولتمكين القمر من الدوران حول محوره الرأسي يقوم النظام بتحفيز الدوران باستخدام أشرطة عاكسة للضوء وأخرى ممتصة له.

* **وحدات التراسل:** تعتمد مواصفاتها على التطبيقات التي صمم النظام على أساسها، حيث يستخدم نفس التصميم للوحدات في التطبيقات المتعددة وتهيأ الوحدة لكل تطبيق سواء كان ثابتاً أو متحركاً. تتكون وحدات التراسل من الأجزاء التالية:

- جهاز إرسال واستقبال.
- وحدة تحكم.
- وحدة طاقة.
- وحدة تحديد المواقع (GPS).
- وحدة بينية لربط الجهاز بالتطبيق المطلوب.



● كيفية توجيه القمر نحو الأرض بواسطة المغناطيس.



● تأثير الأشرطة في دوران القمر.

من أكثر مميزات برنامج سعودي كمسات جاذبية هو استخدامه لقدر قليل جداً من الطاقة في وحدات التراسل. حيث تستهلك الوحدة يوميا بضع الميلي أمبيرات، مما يعني أن بطارية صغيرة تكفي الوحدة لعدة شهور. كذلك يمكن تصغير الوحدة إلى ما يقارب ٣٠ جرام وزناً وهو ما يعادل حجم علبة الكبريت. وهذا يعني أنه يمكن مراقبة وتتبع طير يحمل الوحدة.

تجمع وحدات التراسل البيانات ـ عادة تكون صغيرة بحدود ١٠٠ بايت ـ المطلوب إرسالها في الذاكرة الداخلية . عند مرور القمر فوق الوحدة ترسل المحطة الأرضية أمراً لتلك الوحدة من خلال القمر بالبدء في إرسال بياناتها. يستغرق زمن الإرسال ـ غالبا ـ مدة أقل من الثانية عند الإرسال بسرعة ٩٦٠٠ بت في الثانية. وفي حالة كبر حجم البيانات فإنه يمكن تقسيمها لأجزاء أصغر، ومن ثم إرسالها للقمر في دورات لاحقة أو لأكثر من قمر.

تحتاج هذه الطريقة إلى تحكم عالي الدقة في كل من القمر الاصطناعي، والمحطة الأرضية، وجهاز المستخدم. وتعد هذه الطريقة مهمة في حالة وجود عدد كبير من الوحدات في منطقة صغيرة، وذلك لتمييز المعلومات المرسلة من كل جهاز بدون تداخل. كما تستخدم في حالة كون المعلومات مهمة أو عاجلة. يرسل القمر للوحدة رداً بنجاح الإرسال أو طلباً بإعادة المحاولة.

يمكن جعل الوحدات تحسب موقع الأقمار، وعند مرور أحدها ترسل البيانات أملاً في أن يلتقط القمر تلك الإشارة. وتستخدم هذه الطريقة في المناطق التي يقل فيها عدد الوحدات مثل أجهزة رصد الطقس في المحيطات.

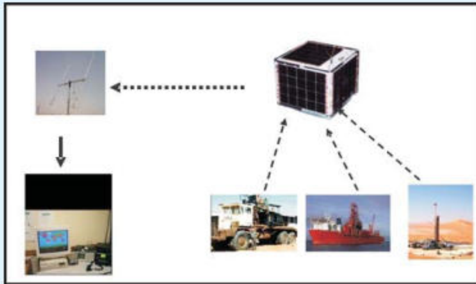
يقوم القمر الاصطناعي في كلا الطريقتين بجمع المعلومات وإعادة إرسالها للمحطة الأرضية؛ لمعالجتها وتحويلها لمشغلي وحدات التراسل. ويمكن للمشغل الحصول على المعلومات في أي مكان في العالم من القمر مباشرة أو من الإنترنت خلال مدة ٥ دقائق من إرسالها من الوحدة.

● تطبيقات سعودي كمسات

يوفر برنامج سعودي كمسات طريقة فعالة واقتصادية لنظام إرسال واستقبال ومعالجة البيانات الرقمية والتماثلية المبني على الأقمار الاصطناعية، من وحدات تراسل ثابتة أومتحركة في جميع أنحاء العالم.

يمكن أن تكون هذه البيانات عبارة عن درجة حرارة أو تحديد موقع أو إشارة تحذيرية أو تحديد حالة أو قراءات رقمية مختلفة.

حدد تصميم نظام سعودي كمسات التطبيقات التي يمكن القيام بها بصورة اقتصادية وعملية، حيث يستطيع للاتصال بالآلاف من وحدات التراسل. تستطيع كل وحدة الاتصال بقمر واحد قرابة ٤ مرات في اليوم. وكلما زاد عدد الأقمار في المنظومة كلما أمكن خدمة عدد أكبر من الوحدات، وزاد عدد المرات في اليوم التي تستطيع كل منها الاتصال بالأقمار.



● تطبيقات كمسات في مراقبة الممتلكات.

توجد العديد من التطبيقات التي يمكن خدمتها ببرنامج سعودي كمسات، منها مايلي:-

*** مراقبة شبكات أنابيب البترول والماء:**

وتعد من أهم تطبيقات نظام سعودي كمسات، وفيها يمكن المتابعة عن بعد وباستمرار كل المعلومات الهامة الخاصة بتلك الشبكات، حيث يزود نظام مراقبة ـ الشبكات المستخدمة من قبل سعودي كمسات ـ مشغليها بكل المعلومات عن حالاتها مثل معدل التدفق، والضغط داخل الأنابيب، وحالات التسرب، ومعدل التخزين، وحالة نظام الأمان، وحالة المضخات، وحالة الصمامات ومغذيات الطاقة.

كما يمكّن سعودي كمسات مشغلي هذه الشبكات من عمل نظام تحكم آلي مغلق، وذلك بأن يستقبل مشغل الشبكة القراءات من وحدات التراسل، ثم يرسل أوامر التحكم لها عبر أقمار سعودي

كمسات بدءاً من أوامر التشغيل والإيقاف البسيطة، إلى أوامر أكثر تعقيداً كالتحكم في معدل التدفق وحالة الصمامات.

يوفر سعودي كمسات نظام مراقبة فعال جداً لخطوط الأنابيب، مخفضاً بذلك تكاليف التشغيل والمراقبة. ويعد هذا النظام هو الحل المثالي لمثل هذا التطبيق؛ وذلك لأن أنظمة المراقبة الأرضية الأخرى البديلة مكلفة ولا تقوم بعمل فعال للمشكلات الناتجة عن الترددات أو مجال التغطية خصوصا في المناطق النائية.

* **مراقبة الممتلكات:** وتعد هذه المهمة من أهم تطبيقات نظام سعودي كمسات. ونظراً لطبيعة المنافسة في عالم الأعمال اليوم فإنه من الضروري التحكم في المصادر المتحركة مثل أساطيل الشاحنات والحاويات التي تلعب دوراً كبيراً في نقل البضائع والخدمات. كما أنه من الضروري متابعة العربات والمعدات الثقيلة مثل الحصادات والرافعات لتخطيط وإدارة الأعمال المتعلقة بها. فضلاً عن ذلك، فإن مواقع هذه الممتلكات وحالتها التشغيلية تعد من أهم المعلومات التي يتطلب معرفتها.

إن نظام مراقبة الممتلكات المبني على نظام سعودي كمسات هو تصميم متكامل من البرامج والأجهزة والشبكات لتطوير الإدارة والأمان والإنتاجية في الممتلكات المتحركة والثابتة. ترسل وحدات التراسل المحمولة على العربات - مثلاً - أو الحاويات مواقعها للقمر كبيانات رقمية يتم تحويلها لمشغلي وملاك هذه المتكات.

يجمع مركز إدارة الأسطول المعلومات الحالية والتاريخية لكل شاحنة، ويستطيع مشاهدة معلومات قافلة كاملة أو جزء منها. يزود النظام في تقاريره معلومات عن الإنتاجية والمعلومات المالية وتاريخ الإنذار.

صُمم النظام ليفي بمعظم متطلبات المستخدمين، حيث يتم تحديث مواقع الممتلكات في مدة زمنية تتراوح بين ٥ دقائق و ٣٠ يوم بحسب التطبيق المطلوب ورغبة المستخدم.

وهناك طريقتان لتحديد موقع وحدات التراسل:

١- استخدام مستقبل أنظمة الملاحة الفضائية مثل نظام جي بي إس (GPS) بحيث يكون هذا المستقبل مدمجاً في وحدات التراسل. تقرأ الوحدة الموقع من أقمار الملاحة وتحولها على هيئة بيانات رقمية ترسلها إلى القمر، ومن ثم إلى المحطة الأرضية ليحصل عليها المستفيد. تتميز هذه الطريقة بالدقة والاعتمادية المبنية على أقمار الملاحة الفضائية.

٢- استخدام تغيير دوبلر (Doppler Shift) : وهي ظاهرة فيزيائية يتغير فيها تردد الإشارة المرسلة من وحدات التراسل، ومنها يتم تحديد موقع المتحرك. وبالرغم من أن هذه الطريقة أقل تعقيداً إلا أنها أقل دقة، حيث تحديد الموقع بمعدل خطأ ٣٠٠ - ١٠٠٠ متر.

* **شبكات تغذية المياه:** وفيها يمكن لنظام سعودي كمسات المراقبة والتحكم في البنية التحتية لشبكات المياه، وذلك لأن تكاليف التشغيل لشبكة تغذية مياه معقدة غير ممكن عملياً بدون نظام تحكم ومراقبة مناسب. ومن الأمثلة العملية على ذلك المراقبة والتحكم آلياً بمضخة تغذية خزانات مياه. كما يمكن نقل معلومات أساسية يلزم مراقبتها مثل التدفق، وجودة الماء، وحالة المضخة، ومستوى الماء.

* **المراقبة والتحكم في شبكات توزيع الطاقة الكهربائية:** حيث يمكن بواسطة نظام المراقبة التحكم في معدل الجهد والتيار، وحالة المحولات وقراءات العدادات وحالة الإنذار. حيث يمكن لنظام سعودي كمسات تزويد مشغلي الشبكة الكهربائية بكل المعلومات اللازمة لتقليل وقت الاستجابة اللازم للصيانة وتقليل مرات وفترات الانقطاع في الخدمة.

* **المراقبة والتحكم في الأنظمة الزراعية:** حيث يتم المساعدة عن طريقه في كفاءة الإنتاج الزراعي التحكم في مصادر الإنتاج (الآلات، المياه، الأسمدة)، والتحكم والمراقبة في الري والطقس (درجة الحرارة، الرطوبة، وسرعة الرياح). يمكن لوحدات الطرفيات المزودة بكاميرا إرسال الصور - خصوصاً في فترة الصيف - وبالتالي يقلل المزارع من زياراته للحقل.

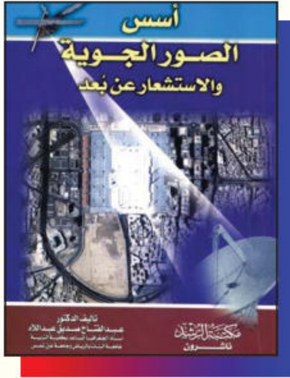
* **مراقبة الطقس والبيئة:** يعد من أهم مجالات تطبيقات الأقمار الاصطناعية، حيث من المألوف دمج بيانات المراقبة الفضائية مع بيانات أخرى يتم الحصول عليها من وحدات طقس أرضية؛ ليستطيع مركز مراقبة مركزية تكوين معلومات أشمل عن الطقس والبيئة. ترسل وحدات الطقس الأرضية بياناتها بواسطة شبكة اتصالات أرضية، أو عن طريق الأقمار الاصطناعية أو بهما معاً. تستطيع أقمار سعودي كمسات نقل بيانات أجهزة الطقس الأرضية الموزعة في مناطق نائية وذلك بوضع وصلة بينية بين أجهزة الطقس ووحدات التراسل، وبذلك يمكن نقل قراءات مثل درجة الحرارة والضغط الجوي وسرعة الرياح دورياً وبكفاءة عالية.

تعد المحيطات عاملاً أساسياً في تغيرات الطقس على الأرض، وبمراقبة المحيطات يمكن فهم الظواهر الطبيعية المتفاعلة في المحيطات، وفي الجو بصورة أكثر عمقا، لذلك يستطيع خبراء البيئة والطقس توقع الأحداث البيئية المستقبلية على المدى القصير والمتوسط والطويل. ويمكن دمج وحدات الطقس الأرضية مع وحدات التراسل في داخل عوامات لمراقبة المحيطات لإرسال معلومات مثل درجة الحرارة، والضغط الجوي، وسرعة واتجاه التيارات المائية، ومعلومات الموج البحري.

* **الحياة البرية:** حيث يمكن تتبع أنواع عديدة من الثدييات والطيور والأسماك بنظام قليل التكلفة مقارنة بغيره من التقنيات، مثل: الاتصالات الأرضية. وحيث إن الصيد بالصقور من الرياضات الشائعة في المملكة؛ فيمكن لنظام سعودي كمسات تتبع الصقور في حال ابتعادها عن أصحابها بواسطة وحدات التراسل، وهي عبارة عن وحدة إلكترونية صغيرة بحجم



• شبكات أنابيب البترول والماء.



أسس الصور الجوية والاستشعار عن بعد

عرض : فهد بن سالم القرناس

صدر هذا الكتاب عام ١٤٢٦هـ-٢٠٠٥/م، وهو من الحجم المتوسط ويقع في أربعمائة وخمسة وستين صفحة (٤٦٥) بما فيها الملاحق والمصطلحات العلمية باللغة العربية والانجليزيه. قام بتأليف الكتاب الدكتور عبدالفتاح صديق عبداللاه أستاذ الجغرافيا المساعد بكلية التربية جامعة البنات بالرياض وجامعة عين شمس، وقامت بإصداره مكتبة الرشد.

يتحدث الكتاب عن أهمية التصوير الجوي والفضائي في العلوم الجغرافية والتطبيقية، وأهمية التطورات الحديثة التي حصلت في هذا الجانب المهم للعديد من مجالات التنمية كالتخطيط الزراعي والبيئة والعمران وإنشاء الخرائط وتفسيرها، وتغيرعمليات المسح للأرض وغيرها من المجالات الواسعة.

تم تقسيم الكتاب إلى بابين، تناول **الباب الأول**: موضوع الصور الجوية من خلال ثلاثة فصول، تحدث الفصل الأول عن أهمية الصور الجوية وأنواعها، حيث بدأ بمقدمة عامةعن الصور الجوية والصور الفضائية، وبين أنه عند النظر إلى الصور الفضائية فإننا نرى موضوعات مختلفة الأحجام والأشكال بعضها يتم التعرف عليه بسرعة، وهنا فنحن نمارس ترجمة للصور الجوية، والبعض قد لايكون كذلك وإنما يعتمد على مداركنا وتجاربنا. وأضاف الكاتب أن التصوير الجوي يرجع الى عام ١٨٥٨م عندما تم استخدام البالون في التصوير الجوي، وبيَّن أن هذه الطريقة لم تلق الاهتمام الكبير نظراً لصعوبتها ونتائجها غير المؤكدة. وفي فترة مابين الحربين الأولى والثانية ظهرت تطبيقات غير عسكرية متعددة؛ ناتجة من الخبرة المكتسبة في المجال العسكري، وبذلك تم فتح المجال للاستخدامات والتطبيقات المدنية مثل مسح الغابات والزراعة والتعدين،ثم تطورت أساليب التصوير فأصبحت أكثر تقدماً، مثل التصوير باستخدام الأشعة تحت الحمراء.

كما استعرضت المقدمة أنواع الصور ودور المملكة العربية السعودية في مجال الفضاء وإسهامات **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** بشكل خاص في إنشاء البنية التحتية لمجال الفضاء وتطبيقاته.

تلا ذلك استعرض المؤلف أهمية الصور الجوية، والفرق بينها وبين الخريطة. كما بيَّن تاريخ ظهور الصور الجوية وفكرة التصوير وأنواع الأفلام، ثم انتقل إلى أنواع الصور مبيناً أن الصور الجوية تنقسم إلى عدة أنواع بحسب زاوية العدسة وارتفاع الطائرة وزاوية الميل، وكذلك طبقاً لمقياس وأبعاد الصور، ومقياس رسم الخريطة. وأخيراً بيّن في هذا الفصل خصائص الصور الجوية والتي فيها التداخل والإبصار المجسم والأجهزة، أو أدوات الإبصار المجسم، ثم مكونات الصور الجوية، والعوامل المؤثرة على أبعاد المجسم وأدواته وكيفية الإعداد لالتقاط الصور الجوية، ومراحل تحديد خطوط الطيران.

تناول **الفصل الثاني** من **الباب الأول**: أسس تفسير قراءة الصور الجوية مبيناً أهمية عناصر التميز وأن نجاح ترجمة الصور الجوية يختلف طبقاً لتدريب المفسر وخبرته، وطبيعة الأشياء. كما تطرق إلى عناصر تفسير الصور الجوية والتي يجب أن تؤخذ في الاعتبار في معظم التطبيقات، ومنها الشكل، الحجم، النمط، الظلال، درجة اللون، النسيج، الموضع والترابط.

تناول المؤلف في **الفصل الثالث**: تفسير الصور الجوية، واصفاً العوامل التي تؤثر على تفسيرها، وموضحاً أن تفسير الصور الجوية ليست مباشرة؛ لأن تفسير أي صورة سواء رقمياً أو ورقياً يشتمل على مرحلتين هما:- تشخيص ظواهر الأرض، وتحديد أهميتها. وبيَّن العوامل الفوتوغرافية المؤثرة على التفسير، وأورد عدة عوامل مشيراً إلى أنها ثابتة نسبياً ويمكن السيطرة عليها إلا أن هناك عوامل طبيعية متغيرة تؤثر على الصور الجوية مثل: لون الجسم، وموقعه بالنسبة لزاوية الشمس، وكمية الضباب الموجود بالجو. ولذلك يمكن تعديل العوامل الثابتة لجعلها

ملائمة للتطبيقات التي سوف تستعمل بها الصور؛ لتكون مؤشراً للاختبار، واتخاذ القرار بالتصوير الجوي من عدمه، وأهداف التفسير ومراحل إعداده.

ثم انتقل المؤلف إلى مراحل قراءة الصور الجوية. موضحاً أن عملية تفسير الصور النهائية يتوقف على أربع مراحل هي: القراءة والتحليل والتصنيف والاستنتاج والتخطيط. وأخيراً اختتم الكاتب هذا الباب في توضيح أنه الرغم من وجود جوانب قصور في استخدامات الصور الجوية؛ إلا أنها تمثل الشكل السائد والأكثر توفيراً في الاستخدامات مقارنة بغيره من النظم، وأيضاً كأحد مصادر البحث الجغرافي، ومن ثم إمكانية إنتاج الخرائط الطبوغرافية وخرئط استخدامات الأراضي، وخرئط النمو العمراني والتي تستخدم في عمليات حصر الموارد الطبيعية واستخدامات الصور الجوية في دراسات مسح الأرض والدراسات العمرانية والجيمورفولوجية والمعالجة الحديثة للصور الجوية من خلال نظم المعلومات الجغرافية.

تناول الكاتب في **الباب الثاني**: موضوع الاستشعار عن بعد من خلال خمسة فصول، حيث استعرض **الفصل الأول**: تعريف الاستشعارعن بعد وأهدافه، والتطورات التاريخية التي حدثت في هذا المجال، بدءاً من التصوير بالبالون، إلى التصوير الجوي، ثم الفضائي، وذكر أن مصطلح الاستشعار عن بعد تم إطلاقه من قبل إيفيلن برت عام ١٩٦٠م والذي صاحب إطلاق الأقمار الاصطناعية، ثم انتقل الكاتب إلى استعراض تطبيقات الاستشعارعن بعد في مجال الخرائط والجيولوجيا والهيدرولوجيا والزراعة والعمران والأرصاد الجوية والبيئة ورصد الكوارث الطبيعية والآثار والأودية القديمة، والثروة السمكية ورسم خرائط استخدام الأرض، والتركيب المحصولي والاستخدامات والتطبيقات العسكرية.

انتقل الكاتب بعد ذلك إلى مكونات تحليل بيانات الاستشعار عن بعد ومعالجتها، فأوضح أن تحليل البيانات يعتمد على مجموعة عناصر منها: أجهزة تحليل ومعالجة، و برامج تطبيقية واخيراً على أجهزة دراسة السلوك الطيفي والمكاني. وهنا استعرض المؤلف أجهزة الراديومتر (Radiometer) وأجهزة سبكرومتر للأشعة تحت الحمراء (IRIS)، وأجهزة تحديد المواقع(GPS). وقد تحدث المؤلف بالتفصيل عن مكونات نظام تحديد المواقع وأنواعها، كما تطرق إلى المدارات التي تسلكها الأقمار الاصطناعية، وبيَّن بالتفصيل المدارات المنخفضة مقارنة بالمدارات الثابتة، كما وضَّح المدار القطبي والتغطية والتداخل في مسوحات الأقمار.

ناقش المؤلف أنواع منظومات المسح، وتحدث عن الجيل الأول من الأقمار الاصطناعية واصفاً أنها (سلبية) لاعتمادها في التصوير على أشعة الشمس، ثم حدد أنواعها. تلا ذلك استعراض للجيل الثاني ـ الأقمار الإيجابية ـ التي تعتمد على إرسال موجات لسطح الأرض واستقبالها مرة أخرى، ثم تحديد أنواعها. وفي نهاية هذا الفصل تحدث عن وسائل تخزين الصور الفضائية، وبيَّن أن هناك وسائل مختلفة للتخزين تلائم حاجة المستخدمين وذلك اعتماداً على نظام الأجهزة المتوفرة لديهم، واستعرض أكثر الوسائل شيوعاً في هذا المقام بدءاً من الأشرطة الممغنطة، مروراً بأشرطة الكارتدريج إلى أقراص الليزر، ثم صيغ برامج الاستشعار عن بعد، والملفات (Format) وكيفية الحصول على بيانات الأقمار الفضائية. واختتم المؤلف هذا الفصل ببيان أن استخدام الاستشعار عن بعد كأداة لحصر الثروات الطبيعية وإدارة البيئة لأغراض التنمية المستدامه تتفوق على النظم التقليدية، وذلك لتكرار معلوماته مع الزمن، ورخص تكاليفه بالنسبة لكبر المساحات التي تغطيها بياناته.

خصص المؤلف **الفصل الثاني** لبحث الأساس العلمي لعملية الاستشعارعن بعد، والذي يعتمد أساساً على فهم الطاقة الكهرمغناطيسية لتفسير معلومات الاستشعار عن بعد. واستعرض الكاتب الإشعاع الكهرمغناطيسي وتفاعلاته مع مواد الغلاف الجوي، ثم انتقل إلى نوافذ الغلاف الجوي والظواهر التي يتم رصدها. كذلك تناول المؤلف مكونات نظام الاستشعار عن بعد شارحاً التحليل الطيفي لأشعة الشمس وأنواع الاستشعار عن بعد والعلاقة بين الطاقة المنعكسة والظواهر الأرضية، وبيَّن أنه من خلال دراسة الانعكاس للظواهر المختلفة وجد أن هناك عدة أشكال للانعكاس، حيث أوضح الانعكاس التناظري والمنشر. ثم انتقل إلى أنماط الانعكاس الطيفي وخصائصه بالنسبة للنباتات، كما تطرق إلى نظم الاستشعارعن بعد، مثل: نظام فديو الشعاع المرتد، ونظام المسح المتعدد المجالات التطبيقية(MSS)، كما تطرق إلى مصطلح قوة التفريق (Resolution) موضحاً أنه يعني القدرة على التمييز بين جسمين متجاورين أو درجة وضوح الأرض، وأنه يعتمد على أن كل صورة تتكون من خلايا يطلق عليها بيكسل(pixel) ـ أصغر وحدة يمكن إظهارها ـ حيث تعبر كل خليه عن رقم يمثل القيم التي تعكسها الظواهر الأرضية المختلفة. وتختلف مساحة الخلية التي تسجلها أجهزة الاستشعار باختلاف الأقمار الاصطناعية، ففي قمر لاندسات ١، ٢ تبلغ حوالي ٧٩ متراً مربعاً، أما في لاندسات ٤، ٥ فتبلغ ٣٠ متراً مربعاً، وهكذا

بالنسبة لأقمار سلسلة سبوت فتبلغ ١٠ متراً مربعة و ٢٠ متراً مربعاً، وفي اقمار إيكونس تبلغ إلى أقل من ١متر مربع. كما تطرق المؤلف إلى الموجات الضوئية موضحاً أن تطبيق المجالات الضوئية وأطوالها يختلف باختلاف نوع القمر. ويوضح أن تعدد الموجات ميزة مفيدة لرؤية للشكل الواحد من خلال اختلاف الموجات وعلاقتها باختلاف الانعكاس، وأيضاً هناك موجات معينة تفيد أكثر من غيرها في تحليل وتفسير الظواهر الأرضيــة، وكــذلك تحــديــد أنمــاط واستخدامات الأراضي. ثم انتقل بعد ذلك إلى الاستشعار الموجي (الرادار) الذي يعد من أحدث طرق التصوير الفضائي التي شهدت تطورات ملحوظة في استخدام موجات ذات ترددات موجية طويلة مما يجعل الأرض شبه شفافة يمكن النفاذ إلى باطن سطحها. كما تطرق إلى أسس التصوير الراداري ومميزاته ـ مقارنة بغيره ـ واستخداماته.

تناول المؤلف في **الفصل الثالث** من **الباب الثاني**: طرق التحسين، وبيَّن أن المقصود من التحسين هو جعل الصور أكثر قابلية للتفسير، واستعرض الأدوات المستخدمة في التحسين، ثم أشكال التصحيح والتأثيرات الجوية والتحسين بواسطة المرشحات وأنواع المرشحات المستخدمة. بعد ذلك انتقل المؤلف إلى الحديث عن التصحيح الهندسي واستعرض التصحيح بواسطة عمل الإحداثيات بواسطة أركان الصورة، وأيضاً التصحيح بواسطة خريطة أو صورة رقمية ذات مقياس معلوم. تلى ذلك خطوات التصحيح ونقاط المراقبة الأرضية مع أمثله تطبيقية لبرنامج إيرداس أماجن. كما استعرض طرق زيادة التباين وأسلوب تحسين الصور، والتي منها الخطي والتساوي الهستوجرامي والتلوين الكاذب، ثم تقطيع الكثافة والتحسين المكاني وأنواع المرشحات، وطرق دمج صورتين رقميتن بين الأقمار المختلفة، ودمج المكونات الرئيسة (PCC) ـ تحليل المركبات الاساسية (PCA) ـ والتراكيب النسبية (Ratio Enhancement). وأخيراً تطرق الى تحسين الصور الرادارية وأمثلة لأدوات المعالجة المستخدمة في بعض البرامج.

استعرض **الفصل الرابع** تصنيف الصور الفضائية، عرض فيها المؤلف مقدمة عن التصنيف، موضحاً أنها من أهم العمليات في الاستشعار عن بعد، حيث تمثل مطلب مهم لكثير من المهتمين في الاستشعار عن بعد. وذكر المؤلف نوعين رئيسين من التصنيف هما: التصنيف البصري والرقمي، موضحاً مميزات كل منهما. كما أشار إلى أن الهدف من عملية التصنيف هو الحد من تكلفة المسح الميداني التفصيلي التي كانت تعتمد سابقاً على المسح الحلقي، وما يترتب عليها من صعوبة الوصول لبعض الأماكن. كما أن عملية التصنيف المراقب تعطي نتائج دقيقة، وحدد ثلاث طرق رئيسية تطبق في التصنيف هي: طريقة الصندوق، وطريقة المسافة الأصغرية، وطريقة الاحتمال الأعظم. كما تناول المؤلف تطبيقات صور الأشعة تحت الحمراء في الدراسات البيئية التي تم فيها التعرف على رطوبة التربة والزراعة، وكذلك الكشف عن حرائق الغابات ودراسات المياه الجوفية والينابيع.

استعرض الكتاب **بالفصل الخامس** أمثلة تدريبية باستخدام برنامج إيرداس إيماجن إصدار ٨١ إلى ٨٥، والخطوات التطبقية في مواضيع مثل تحويل الصور الفضائية إلى خريطة في المثال الأول. في المثال الثاني تناول تسلسل الخطوات وطريق العمل وصولاً الى حفظ الخريطة الناتجة، أما المثال الثالث فهو إنشاء خريطة التفسير المراقب / غير المراقب بواسطة هذا البرنامج. أما المثال الرابع فكان عن استخدام صور سبوت في دراسة مخاطر الفيضان في بنغلادش، بينما تناول المثال السادس استخدام بيانات الاستشعار عن بعد في البحث عن الفحم، وأخيراً اختتم هذا الفصل ببعض التطبيقات الأخرى المختارة.

يضيف الكتاب مادة علمية العربية مجال في العلوم الجغرافية والطبيعية يمكِّن الباحثين من الإلمام بمكونات كل من الصور الجوية والصور الفضائية.

كما تطرق الكتاب إلى أهمية انخراط الجغرافين بفهم أكبر لعلم وطرق الاستشعار عن بعد؛ حتى يتمكنوا من استخدام نتائجه ومنتجاته في تعميق بحوثهم جنباً إلى جنب مع التخصصات الأخرى التي تخدم هذا المجال المهم. وقد قدم المؤلف جهداً مميزاً يشكر عليه، وأثرى المكتبة العربية بهذا المرجع القيم والشامل لموضوع الصور الجوية والاستشعار عن بعد بشكل علمي متسلسل. ولابد من الإشارة هنا إلى أن المؤلف أورد أمثلة جيدة لبعض التطبيقات تسمح للقاري استيعاب المادة العلمية مقرونة بالخطوات المتسلسلة باستخدام البرامج المناسبة لقد جمع الكاتب بين المادة النظرية والتدريبية والتي لاتتوفر دائماً في كتاب واحد.

بالرغم من تغطية المؤلف لجميع الموضوعات التي تهم العاملين والمعنيين في مجال الصور الجوية والاستشعار عن بعد، إلا أنه لوحظ بعض الأخطاء اللغوية والعلمية والتي نأمل أن يتلافاها المؤلف في الطبعة القادمة.



كتب صدرت حديثاً

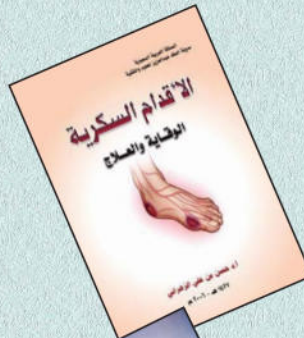
الأقدام السكرية ... الوقاية والعلاج

صدر هذا الكتاب عام ١٤٢٧هـ/٢٠٠٦م عن الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر **بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية**، وهو الإصدار السابع من سلسلة كتيبات التوعية العلمية.

قام بتأليف الكتاب **أ.د . حسن بن علي الزهراني**، وتبلغ عدد صفحاته ١٠٤ صفحات من القطع المتوسط تناول موضوعه من خلال ثمانية فصول هي بالترتيب : مرض السكر وبتر الأطراف، أسباب حدوث القدم السكرية، قصص حقيقية لبعض المرضى، التشخيص، الوقاية خير من العلاج دائماً، أهمية الإسراع في تلقي العلاج، قضايا شرعية، أسئلة وفتاوى يكثر السؤال عنها .

الملتقي الثقافي العلمي... نحو استراتيجية وطنية للنشر الثقافة العلمية

صدر هذا الكتاب عام ١٤٢٧هـ/٢٠٠٦م عن **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية**، وهو عبارة عن أوراق علمية تم تناولها من خلال محورين هما: المحور الفكري والمحور الإعلامي. تبلغ عدد صفحات الكتاب ١٤٣ صفحة من القطع المتوسط تشمل سرداً للإوراق العلمية المقدمة ومداخلاتها خلال جلستي اللقاء المنعقد بالمدينة في ٤/٤/١٤٢٧هـ الموافق٢/٥/٢٠٠٦م . شمل المحور الفكري ثلاث أوراق ، هي :- "البحث العلمي الفريضة الغائبة" للدكتور **راشد المبارك** و "الجدوى المنهجية لتنويع مصادر الثقافة العلمية مكون ضروري للشخصية السعوديه المركبة" للدكتور **زين العابدين الركابي**، و "الثقافة العلمية من صناعة الوعي إلى صناعة التقدم" للأستاذ **عبدالله القفاري**. أما المحور الإعلامي فقد شمل ثلاثة أوراق هي:. "الإعلام العلمي" للدكتور **حمود البدر**، و "أين نحن من شعار المعرفة قوة" للدكتور **فهد العرابي الحارثي**، و "معوقات الإسهام الفاعل لوسائل الإعلام السعودية في نشر الثقافة العلمية" للإستاذ **بدر بن أحمد كريم.**

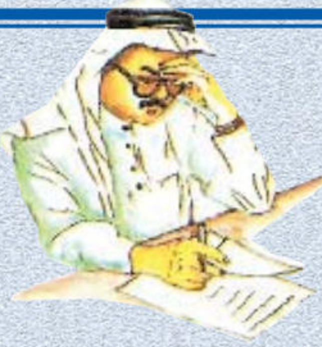






الفيزياء العامة
ميكانيكا - حرارة - صوت

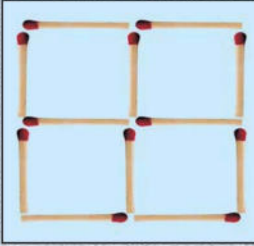
صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٤٢٧هـ/ ٢٠٠٦م عن دار النشر الدولي بالرياض، وهو من تأليف د. **أرباب إبراهيم أرباب**. تبلغ عدد صفحات الكتاب ٤٣٤ صفحة من القطع المتوسط، تتناول موضوعاته من خلال عشر فصول، وذلك كما يلي:- الوحدات الفيزيائية، المتجهات، وصف حركة الأجسام، قوانين نيوتن للحركة ـ حركة المقذوفات، قوة الاحتكاك ورد الفعل، الحركة الدائرية، الشغل والتصادم، اتزان الأجسام والحركة الدورانية، الحركة التوافقية البسيطة، الصوت ،خصائص الموائع.



مساحة للتفكير

مسابقة العدد

أعواد الثقاب والمربعات



جلس إبراهيم وعائلته حول النار في ليلة شديدة البرد، وكان في يده علبة أعواد الثقاب التي استخدمها لإشعال النار، وبعد أن أحسوا بالدفء قال لهم لدينا ١٢ عود ثقاب، يمكن ترتيبها لتكوين أربعة مربعات، كما في الشكل المرفق، من منكم يستطيع ما يلي؟

١- تحريك عودين فقط للحصول على ستة مربعات ؟

٢- تحريك عودين فقط للحصول على سبعة مربعات ؟

٣- تحريك أربعة أعواد فقط للحصول على عشرة مربعات ؟

عزيزي القاريء إذا عرفت الإجابة فلا تتردد في إرسالها إلى المجلة - بالبريد، أو بالبريد الإلكتروني، أو بالناسوخ - فقد يحالفك الحظ وتكون أحد الفائزين.

أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة «**أعواد الثقاب**» فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي :-

١- ترفق طريقة الحل مع الإجابة .

٢- تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .

٣- يوضع عنوان المرسل كاملاً مع ذكر رقم الاتصال (هاتف، فاكس، بريد إلكتروني).

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة منهم جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .

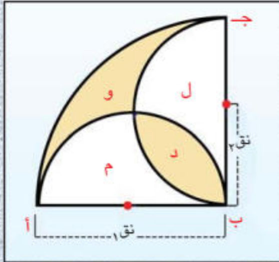
حل مسابقة العدد السابق

مساحة الشكل

حيث(ط) = النسبة التقريبية

—— / ٤ = (ل + د) أو (م + د)

ط / ٢ = (ل + د) + (م + د)



—— / ٤ = ل + د + م + و

—— / ٤ = ل + د + م + و

—— / ٤ = ل + د + م + و

(نق٢)^٢ ط = ل + د + م + د ....(٤)

بالتعويض (٣) في (٤)

ل + م + د + د = ل + م + د + و

∴ د = و وهو المطلوب

أعزاءنا القراء

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة **العدد السابق** ، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقة، وبعد إجراء القرعة على الحلول الصحيحة فاز كل من :

١ـ عبدالإله فارس السويلم/ الرياض

٢ـ محمد حبيب أحمد / الرياض

٣ـ محمد الإمام محمد عبدالقادر / مرات

ويسعدنا أن نقدم للفائزين هدايا قيمة، سيتم إرسالها لهم على عناوينهم ، كما نتمنى لمن لم يحالفهم الحظ، حظاً وافراً في مسابقات الأعداد القادمة.

كيف تعمل الأشياء

الحاسب الآلي
القرص الصلب

إعداد : د. ناصر بن عبدالله الرشيد

عصرنا الحاضر هو عصر الحاسبات الالكترونية والشبكات، حيث دخل الحاسب في جميع مجالات الحياة، ولذا فإننا سنحاول- بإذن الله تعالى- في هذا العدد والأعداد اللاحقة تغطية كيفية عمل الأجزاء المختلفة للحاسب الآلي مبتدئين بالقرص الصلب.

لا يخلو حاسب آلي أو خادم يستخدم في وقتنا الحاضر من محرك أو أكثر للأقراص الصلبة (Hard-Disks Drives) فالحاسب الإلكتروني أو الحاسوب العملاق يتصل عادة إلى مئات منها، كما يمكن لكاميرات الفيديو وجهاز عرض أشرطة الفيديو الحديثة أن تستخدم القرص الصلب بدلاً من الأشرطة. تقوم هذه الملايين من الأقراص الصلبة بتخزين المعلومات الرقمية المتغيرة إلى صيغ ثابتة. كما أنها تعطي الحاسب الآلي القدرة على تذكر الأشياء.

تتناول هذه الحلقة ما بداخل القرص الصلب، وكيف ترتب المعلومات على هيئة وحدات تعرف بالبيت (Byte) في ملفات.

أخترع القرص الصلب في ١٩٥٠م، حيث بدأ كقرص ضخم يصل قطره إلى ٥٠ سنتيمتر ومع ذلك لا يستطيع تخزين أكثر من عدة ميجابيت. يطلق على هذا النوع اسم القرص الثابت، وقد عرف فيما بعد باسم القرص الصلب (Hard disk) تميزاً له عن القرص المرن(Floppy disk). يحتوي القرص الصلب على اسطوانة فوتغرافية صلبة (Hard platter) تمسك الوسط المغناطيسي(Magnetic medium) كما في الشرائح البلاستيكية المرنة الموجودة في أشرطة التسجيل الصوتي وأقراص الحاسب المرنة.

أسس عمل القرص الصلب

لا يختلف القرص الصلب كثيرا عنْ أشرطة تسجيل الصوت (Cassette tape)، إذ يستخدم كلاً منهما تقنيات التسجيل المغناطيسي، كما يشتركان في الاستفادة من التخزين المغناطيسي الذي يتميز بإمكانية المسح وإعادة الكتابة، كما أنه يستطيع تذكر طرز التيارات (Flux) المغناطيسية المخزنة على وسط التخزين لعدة سنوات.

تتمثل الفروق الرئيسية بين القرص الصلب وشريط تسجيل الصوت فيما يلي:

١- تكون مواد التسجيل المغناطيسية على شريط تسجيل الصوت عبارة عن دهان على شريط رقيق من البلاستيك، بينما في حالة القرص الصلب تكون مواد التسجيل المغناطيسية عبارة عن طبقة على قرص من الزجاج أو من الألمنيوم عالي النوعية، ثم تلمع الاسطوانة الفوتوغرافية حتى تصبح في نعومة المرآة.

٢- يحتاج الشريط إلى لفه إلى الأمام أو إلى الخلف للحصول على نقطة معينة وهذا قد يأخذ عدة دقائق مع الأشرطة الطويلة، بينما في حالة القرص الصلب في الحاسب الآلي يمكن التحرك إلى أية نقطة على سطح القرص في الحال.

٣- في حالة شريط التسجيل الصوتي يلمس رأس القراءة والكتابة مباشرة سطح الشريط، بينما في حالة القرص الصلب فإن رأس القراءة والكتابة يسبح فوق القرص ولا يلمسه أبداً.

٤- يتحرك الشريط في المسجل الصوتي على الرأس بسرعة حوالي خمس سنتيمترات في الثانية، بينما تتحرك الراسمة في القرص الصلب بسعة تصل إلى ٧٥٠٠سنتيمتر في الثانية.

٥- تخزن المعلومات في القرص الصلب في مجالات مغناطيسية صغيرة جداً مقارنة بشريط المسجل. يصبح عمل هذه المجالات ممكناً بواسطة دقة الراسمة وسرعة الوسط (Medium).

ونتيجة للفوارق المذكورة فإن الأقراص الصلبة الحديثة قادرة على تخزين كميات مهولة من المعلومات في حيز صغير ، كما يمكن للقرص الصلب من إتاحة أي من تلك المعلومات في جزء من الثانية.

السعة والأداء

للأقراص الصلبة سعة وسرعة أداء معينتين يمكن تفصيلهما فيما يلي:

● **السعة**

تحتوي آلة الطباعة النموذجية على قرص صلب تتراوح سعته ما بين ١٠-٤٠جيجابيت. تخزن المعلومات على القرص الصلب على هيئة ملفات يتكون كل ملف من وحدات يتكون كل منها من أرقام ثنائية (Bytes). وقد تكون الوحدات ثنائية الأرقام حروفاً في نص، أو تعليمات

لاستخدام برنامج حاسوبي، أو سجلاً لقاعدة معلومات، أو نقط ملونة في صورة، حيث يستطيع الحاسب استعادتها وإرسالها إلى وحدة المعالجة المركزية (Central Processing Unit - CPU) دفعة واحدة.

يستخدم الحاسب الآلي الرقم ٢ كأساس بدلاً من الأساس العشري (Decimal Digits)، لأن هذا يجعله أسهل في التنفيذ مع التقنيات الإلكترونية الحديثة. ويمكن عمل حاسبات على الأساس الرقمي ١٠ ولكن هذا سيجعله مكلف جداً. ومن جانب آخر فإن الحاسبات ذات الأساس الرقمي ٢ أرخص نسبياً.

● سرعة الأداء

هناك طريقتان لقياس سرعة أداء القرص الصلب، هما:

* **معدل البيانات (Data Rate)**: ويمثل عدد الأرقام الثنائية (Bytes) التي يستطيع المحرك تحويلها إلى وحدة المعالجة المركزية في الثانية الواحدة. يتراوح المعدل الشائع ما بين ٥ إلى ٤٠ ميجابت في الثانية الواحدة.

* **وقت البحث (Seek Time)**: وهو عبارة عن الوقت المستغرق من بدء وحدة المعالجة المركزية بطلب الملف إلى أن ترسل أول بايت إلى وحدة المعالجة المركزية. الوقت الشائع في هذه الحالة يتراوح ما بين ١٠ إلى ٢٠ جزء من المليون من الثانية.

الجدير بالذكر أن هناك عامل ثابت (Parameter) آخر مهم لقياس سعة المحرك، وهو عدد الأرقام الثنائية التي يستطيع الاحتفاظ بها.

مكونات القرص الصلب

يتكون القرص الصلب من عدد من الأجزاء أهمها ما يلي:



● شكل (١) القرص الصلب من الخارج والداخل

● اللوح الإلكتروني

تتمثل أفضل طريقة لفهم آلية عمل القرص الصلب في الحاسب الآلي في النظر في داخله، وبما أن فتح القرص الصلب سيتلفه فإن هذه العملية لا يمكن أن تتم في المنزل إلا في حالة وجود محرك غير صالح للاستعمال، ويوضح الشكل (١) أن القرص الصلب عبارة عن صندوق من الألمنيوم مغلق بإحكام مع منظم إلكتروني متصل بأحد جوانبه. تتحكم الإلكترونيات بآلية القراءة والكتابة، كما تتحكم بالمحرك الذي يدير الاسطونة الفوتوغرافية (Platter) تجمع الإلكترونات المجالات المغاطيسية على المحرك في أرقام ثنائية (bytes) فيما يسمى عملية القراءة، ثم تحول الأرقام الثنائية إلى مجالات مغناطيسية، فيما يسمى بعملية الكتابة. تحتوي جميع الالكترونيات على لوح صغير مفصول عن بقية المحرك.

● الأجزاء تحت اللوح

يوجد أسفل اللوح جميع الوصلات التي تجعل المحرك يدير الاسطوانة الفوتوغرافية، بالإضافة إلى ثقب تهوية عالي التنقية، يسمح بتعادل الضغط الداخلي والخارجي. عند رفع الغطاء يبدو المحرك لأول وهلة أنه بسيطاً، ولكن له أجزاء داخلية دقيقة جداً. يوجد تحت اللوح الأجزاء التالية:

* **الأسطوانات الفوتوغرافية**: وتصنع عادة من مادة ذات قدرة تحمل عالية ويجب أن تكون ناعمة (مصقولة) كالمرآة بحيث يمكنك مشاهدة صورتك فيها، وعندما يكون المحرك في وضع التشغيل فإنها تدور بسرعة فائقة تتراوح ما بين ٣٦٠٠ إلى ٧٢٠٠ دورة في الدقيقة .

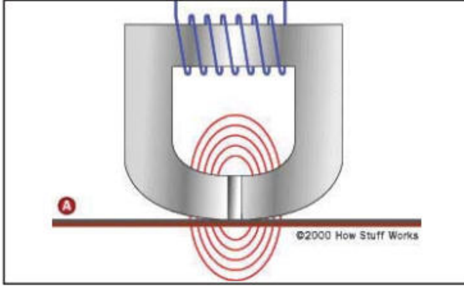
تزداد كمية المعلومات التي يستطيع المحرك تخزينها بزيادة عدد الإسطوانات الفوتوغرافية (Multiple Platters) يوضح شكل (٢) محرك له ثلاث اسطوانات فوتوغرافية وستة رؤوس كتابة /قراءة. يجب أن تكون آلية حركة الذراع على القرص الصلب دقيقة وسريعة جدا، و يمكن الحصول عليها باستخدام محرك خطي عالي السرعة.



● شكل (٢) قرص صلب متعدد الإسطوانات الفوتوغرافية



● الاسطوانة الفوتوغرافية مع الذراع



● شكل (٣) المغناطيس الكهربائي

تستخدم بعض المحركات في الحاسبات الآلية لتحريك الذراع طريقة ملف الصوت (Voice Coil) في جهاز التسجيل – لتحريك المخروط في مكبر الصوت (Speaker).

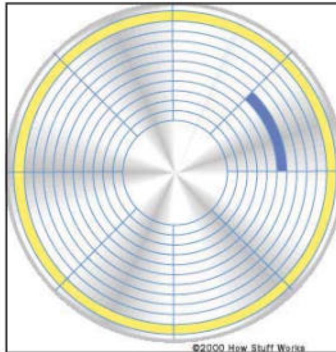
* **الذراع (Arm):** ويمسك رؤوس القراءة والكتابة ويتم التحكم به بواسطة تركيبة (Mechanism) تقع في الزاوية الشمالية العليا. يستطيع الذراع تحريك الرؤوس من محور المحرك إلى حافته. حركة الذراع تكون خفيفة جداً وسريعة. يستطيع الذراع التحرك على محرك القرص الصلب النموذجي من المركز إلى الحافة ويعود إلى المركز حوالي خمسين مرة في الثانية، إنه شيء مدهش أن ترى ذلك.

● **المغناطيس الكهربائي**

يمثل المغناطيس الكهربائي (Electromagnet) رأس التسجيل، ويشبه في شكله حبة الفاصوليا المسطحة، وهو جزء مهم في الحاسب الآلي، كما هو الحال في مسجلات الصوت، حيث يتكون ببساطة من قلب من الحديد ملفوف عليه سلك، شكل (٣). ترسل الإشارات أثناء التسجيل في الملف فينتج عن ذلك مجالات مغناطيسية في القلب الحديدي. يؤدي مرور التيار الكهربائي في الملف إلى تولد مجالات مغناطيسية تعمل على مغنطة أكسيد الحديد يشكل تدفق المجال المغناطيسي شكلاً هدبياً يعمل على قفز الفجوة، يعمل هذا التدفق على مغنطة أكسيد الحديد على الاسطوانة الفوتوغرافية

تخزين البيانات

تخزن المعلومات والبيانات على سطح الأسطوانة الفوتوغرافية على شكل مسارات دائرية متحدة المركز (Tracks)، وقطاعات (Sectors) من الدائرة يكون رأسها باتجاه مركزها كما في الشكل (٤).



● شكل (٤) المسارات والقطاعات على الإسطوانة الفوتوغرافية

يمكن مشاهدة المسار (Track) النموذجي في اللون الأصفر، أما القطاعات فتشاهد في اللون الأزرق. تحتوي القطاعات على عدد ثابت من الأرقام الثنائية، مثل: ٢٥٦، أو ٥١٢. تتجمع القطاعات مع بعضها بعض في مجموعات سواءً على مستوى المحرك أو على مستوى نظام التشغيل. تتجمع القطاعات غالباً مع بعضها بعض مجموعات (Clusters) .ينشيء المحرك خلال عملية التشكيل منخفضة المستوى (Low-level formatting) المسارات والقطاعات على الإسطوانة الفوتوغرافية، بحيث يكتب على الاسطوانة الفوتوغرافية نقاط البداية والنهاية لكل قطاع، وهذه تهيء المحرك لتخزين مجموعات من الأرقام الثنائية (Bytes) أما التشكيل عالي المستوى (High-Level Formating) فيعمل على كتابة التركيبات الخاصة بتخزين الملفات في القطاعات، وهذه العملية تهيء المحرك لتخزين وحفظ الملفات.

المراجع

http://computer.howstuffworks.com/hard-disk.htm

http://computer.howstuffworks.com/hard-disk1,2,3,4,5,6.htm

مصطلحات علمية

نظام تحديد الوضعية والتحكم

Attitude Determination and Control System (ADCS)

أحد أنظمة القمر الاصطناعي التي تحدد وتتحكم بوجهة القمر، فهي التي توجه تلسكوب القمر أو هوائياته إلى نقطة معينة.

كوكبة **Constellation**

مجموعة من الأقمار الاصطناعية ضمن نظام واحد.

نظام الملاحة العالمي

Global Positioning System (GPS)

نظام أمريكي فضائي لتحديد المواقع في أي مكان على الأرض وفي أي وقت.

التشويش **Jamming**

تداخل إشارة متعمد لغرض إعاقة وصول الإشارة للمستقبل بإرسال إشارات على نفس التردد.

مكبر قوة قليل الضوضاء

Low Noise Amplifier

أحد أنواع مكبرات الإشارة، ويختص بتكبير الإشارات شديدة الضعف، ويستخدم في أول مراحل جهاز الاستقبال، حيث يكبر الإشارة الواردة من الهوائي ويمررها إلى باقي مراحل الاستقبال. ويتميز هذا المكبر بأنه قليل الضوضاء بحيث إنه لا يخل بالإشارة.

مودم **Modem**

جهاز لاستقبال / إرسال الإشارات الرقمية وتحويلها من / إلى تناظرية.

التضمين **Modulation**

تغيير الموجة الكهربائية المستخدمة في الإشارة تبعاً للصوت أو الصورة، ويتم بتغيير بعض أو كل من التردد والطور والسعة.

التحويل الضوئي

Photovoltaic Conversion

عملية تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية.

مكبر القوة **Power Amplifier**

أحد مكونات أجهزة الإرسال اللاسلكية، ويوجد في آخر مراحلها بحيث تكبر الإشارة الكهربائية قبل تغذية الهوائي بها، ويصل التكبير إلى ملايين المرات.

أنظمة دفع

Propulsion Systems (Thrusters)

أنظمة تستخدم لتوليد رد فعل عكسي حركي لكي يرتفع الصاروخ عن الأرض.

النموذج التأهيلي

Qualification Model

نموذج هندسي للقمر الاصطناعي في مرحلة التصنيع، بحيث تجمع أنظمة القمر لاجراء الاختبارات الوظيفية لأنظمته.

أشباه الموصلات

Semiconductors

مواد كيميائية صلبة متوسطة تستخدم في صناعة الإلكترونيات، حيث يمكن التحكم بمستوى توصيلها الكهربائي، ومن أشهرها مادة السليكون (Silicon).

اختبار الانفصال

Separation Test

اختبار نموذج للقمر للتأكد من نجاح عملية انفصاله عن الصاروخ في آخر مراحل الإطلاق.

تداخل الإشارات **Signal Interface**

استقبال الإشارة المرغوبة مصحوبة بإشارات أخرى على نفس التردد، وقد يكون مصدرها طبيعياً أو صناعياً.

الضغط الشمسي **Solar Pressure**

الضغط الناجم عن تأثير الإشعاع الشمسي على الأسطح.

الرياح الشمسية **Solar Winds**

جسيمات مشحونة منبعثة من الشمس.

نظام التحكم الحراري

Thermal Control System

نظام للتحكم في حرارة القمر بأنظمة نشطة، أو بنقل الحرارة من المناطق الحارة، كما يحمي النظام الأجهزة الحساسة من الارتفاع أو الانخفاض خارج نطاق عملها الأمثل.

اختبار الاهتزازات **Vibration Test**

اختبار نموذج للقمر الاصطناعي أو بعض أنظمته للتأكد من تحمله لظروف الإطلاق.



من أجل فلذات أكبادنا

الفلين الأبيض يولد الكهرباء

من المعلوم أن الكهرباء من أعظم صور الطاقة من حيث فائدتها وسهولة نقلها وتوزيعها في المناطق الحضرية والقروية، القريبة منها والبعيدة، إذ تستخدم لإنتاج الضوء اللازم لإنارة المنازل والمكاتب والشوارع، كما تستخدم في التدفئة وإدارة الآلات وتشغيل المصانع.

تنتج الطاقة الكهربائية بواسطة مولدات ضخمة تعمل بأحد مصادر الطاقة التقليدية مثل النفط والفحم، أو المتجددة مثل الرياح والمياه وغيرها. يعرف هذا النوع بالكهرباء المتحركة أو التيار المتردد. هناك نوع آخر من الكهرباء يطلق عليه الكهرباء الساكنة يمكن الحصول عليه من التفاعلات الكيميائية كما في المراكم والبطاريات الجافة، كما يولد الاحتكاك الكهرباء الساكنة كما في تجربتنا التالية:

● الأدوات

قطعة من الفلين الأبيض المستخدم عادة في تغليف الأجهزة الكهربائية المنزلية، مفك فحص التيار الكهربائي، شكل (١).

● خطوات العمل

١- أخرج اللمبة الموجودة داخل مفك فحص التيار،شكل (٢).



شكل (٢)



شكل (٣)



شكل (٢)

٢- امسك اللمبة من أحد طرفيها المعدنيين.

٣- إدعك الطرف الآخر من اللمبة في قطعة الفلين، شكل (٣)، ماذا تشاهد؟

● المشاهدة

نشاهد إضاءة اللمبة

● الاستنتاج والتعليل

أدت عملية دعك الطرف المعدني للمبة في قطعة الفلين إلى شحنها بالكهرباء، ومن ثم انتقال الكهرباء إلى اللمبة فأضاءت.

المصدر

مهندسة منى عصام، طرائف وعجائب العلوم، مكتبة بن سينا للنشر والتوزيع، القاهرة.



تأثير أشعة جاما والليزر على أداء الخلايا الشمسية

أضحى استخدام الخلايا الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية إحدى الوسائل للحد من التلوث البيئى الذي يسببه الإفراط في استهلاك الوقود الأحفوري كمصدر للطاقة. فضلاً عن ذلك فإن الخلايا الشمسية تعد المصدر الوحيد للطاقة المحركة للمركبات الفضائية التي انتشرت في الآونة الأخيرة كتقنية واعدة لاستخدامات كثيرة مثل، الاستخدامات العسكرية والاتصالات وأحوال الطقس ودرء الكوارث وغيرها.

إضافة إلى الكفاءة المتدنية - حاليا- للخلايا الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية فإن تعرضها للاشعاعات الصادرة من الشمس خاصة الاشعاعات ذات الموجات القصيرة مثل أشعة جاما وكذلك أشعة الليزر قد يؤدي إلى مزيد من تدنى تلك الكفاءة من التوليد الكهربائي. عليه فقد قامت **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** بتمويل البحث العلمي (أ- ط -٩-١٣) بعنوان " تأثير أشعة جاما والليزر على أداء خلايا السليكون الشمسية" الذى قامت به الطالبة **سعاد حمود يحيى عوضة** استكمالاً لمتطلبات درجه الماجستير للعلوم في الفيزياء التي نالتها في عام ١٤٢٤هـ / ٢٠٠٤م من جامعة الملك سعود.

أهداف البحث

يهدف البحث إلى دراسة المقاومة الاشعاعية للخلايا الشمسية عندما تتعرض في الفضاء الخارجي إلى جرعات عالية - تتراوح بين كيلو إلكترون فولت إلى عدة مئات من الميجا إلكترون فولت - من الاشعاعات المؤينة وغير المؤينة، مثل الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات وجسيمات ألفا وإشعاعات جاما، حيث يسبب تسليط هذه الاشعاعات على جسم الخلية عدة عيوب تزيد من تدني كفاءتها في تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية، مما يؤثر على الطاقة اللازمة للمركبات الفضائية.

خطوات البحث

تركزت خطوات البحث فيما يلي:-

١- تم استخدام نوعين من الخلايا الشمسية المصنعة بواسطة شركة سولاركس (Solarex) الأمريكية هما :-

- خلايا سيليكون أحادى البلورة (n/p) الجبهة من نوع (n).
- خلايا سليكون أحادى البلورة (n/p) ذات التوصيلات المطمورة (Bauried Contact Solar Cells -Bcsc).

٢- تم تعريض الخلايا إلى أشعة صادرة من مصباح تنجستين بشدة ١٠٠٠واط ومزود بعدسة مجمعة بحيث تخرج الأشعة متوازية. كما تم تثبيت المسافة بين العدسة والخلية موضع الدراسة للحصول على شدة إضاءة ثابتة مقاربة للثابت الشمسي (١٠٠٠واط/م٢)

٣- تم قياس أداء الخلايا الشمسية ومعاملاتها المختلفة بواسطة جهاز (I-V Tracer) المصنع بواسطة شركة (Day star) الأمريكية الذي يقيس شدة التيار (J) والجهد (V) ودرجة الحرارة وشدة الشعاع

٤- تم تشعيع مجموعة الخلايا بأشعه جاما صادرة من كوبالت ٦٠ (^{60}Co) بواسطة جهاز يعطى جرعات منخفضة تتراوح ما بين ١,٤٦×$١٠^{٧}$راد إلى ٢,٨٥×$١٠^{٧}$راد. وتم التشعيع بالجرعات المذكورة لدورات (٥،٤،٣،٢،١) ساعات، وبعد كل دورة يتم أخذ القياسات الكهربائية للخلايا ليتراوح الزمن الكلي للتعرض من ٢٣ساعة إلى ٤٥ساعة.

٥- تم تشعيع مجموعة من الخلايا بجرعات عالية من أشعة جاما تصل إلى٨,٩٣×$١٠^{٨}$راد كجرعة كلية من خلال مدة أكثر من ألف ساعة، وبذلك فقد تصل طاقة أشعة جاما المسلطة على الخلايا إلى حوالى(1.2-Mev).

٦- تم تشعيع مجموعة من الخلايا باشعة ليزر نيوديوم ياج (نبضية) بأطوال موجية تتراوح من ٥٣٢ نانومتر إلى ١٠٦٤ نانو متر، ولفترات زمنية معينة، حيث تراوح قطر الشعاع من ٦مم إلى ٢٨مم ليعطي طاقة فوتوتية تبلغ (1.8 ev).

نتائج البحث

أوضحت نتائج البحث مايلي:-

١- أدى التعرض لأشعة جاما بجرعات منخفضة نسبياً (١,٥×$١٠^{٧}$راد و٢,٩×$١٠^{٧}$راد) إلى انخفاض القدرة القصوى (Pm) للخلايا العادية إلى ٦٠٪ من قيمتها العادية، وإلى انخفاض التيار إلى ٧٧٪، أما الجهد فقد كان أقل تأثراً اذ انخفض إلى٩٢٪.

٢- أدى تعريض الخلايا الشمسية من النوع العادي والنوع ذى التوصيلات المطمورة (Bcsc) إلى جرعات عالية(٨,٩×$١٠^{٧}$راد) إلى انخفاض القدرة القصوى للخلايا العادية وخلايا التوصيلات المغمورة تتراوح ٢٨٪ و٣٥٪ على التوالي. أما التيار فقد انخفض إلى٤٠٪ و٤٥٪ للخلايا العادية وخلايا التوصيلات المغمورة (Bcsc) على التوالى، بينما انخفض الجهد لهذين النوعين إلى٧٦٪و٨٢٪ على التوالي. وبذلك فان تعريض الخلايا الشمسية لجرعات عالية من أشعة جاما من شأنه أن يتلفها من خلال تأثير وإثارة ذرات السليكون الموجودة في منطقة الفصل (P-n) نتيجة لإزاحة بعض الذرات عن موضها وعمل فجوات خالية.

٣- ليس لأشعة الليزر تأثير ملموس على أداء الخلية مقارنة بأشعة جاما، وإذا كان هناك ثمة تأثير فإنه يكون أكبر في حالة الموجات القصيرة من أشعة الليزر.

روبوت لمكافحة الحشائش

نجح المهندس الزراعي **لي تيان (Lei Tian)** – من جامعة إلينوي بالولايات المتحدة – في تصنيع روبورت يمكنه القضاء على الحشائش في الحقل عن طريق إزالتها ميكانيكياً، ثم رشها بالمبيد المناسب، يستخدم الروبوت المذكور نظام تحديد المواقع العالمية (GPS) أثناء تجواله في الحقل. وهو مزود بكاميرتين تمكنه من التفريق بين الحشائش ونباتات الحقل، لأنه يحتوي على حاسب آلي يزوده بالخصائص المورفيولوجية لمختلف النباتات.

ويذكر **تيان** أن للروبوت طبقتين، تقوم إحداهما بقطع الحشائش بينما تقوم الأخرى برش الحشائش المقطوعة بالمبيد المناسب، ولذلك فإن له كفاءة عالية في التخلص من الحشائش، فضلاً عن أنه يقلل من استخدام المبيدات، وبالتالي فإن له فائدة بيئية.

وفي سبيل تحسين كفاءة الروبوت قام **تيان** ومجموعته بتركيب لوحة من الخلايا الشمسية لتزويده بالطاقة اللازمة لتحركه في الحقل، وكذلك لتغطية أجهزته من حرارة الشمس وأجواء الطقس القارص.

يبلغ ارتفاع الروبوت حوالي ٦٠سم من سطح الأرض، وعرضه ٧٠سم، وطوله حوالي ١٥٠سم، ويتحرك بواسطة عجلات، ويسير بسرعة خمسة كيلو مترات في الساعة.

ويذكر **جنجرش** (Gingrich) و**جيون** (Jeon) – طالبي دكتوراه يعملان مع **تيان** – أن الاستخدام الحالي للروبوت ينحصر في إزالة الحشائش، لكن يمكن إدخال تعديلات عليه ليستفاد منه في دراسة خصائص التربة والنبات.

ويضيف **جنجرش** أن الروبوت مزود بجهاز حاسب آلي سعة ٨٠ جيجابايت ويمكن توصيله لاسلكياً بالإنترنت، مما يساعد في تقديم معلومات لاحصر لها للباحثين والعاملين في الحقل.

المصدر: –

htt://www.sciencedaily.com/releases/2006/10/061012094305.htm

السيليلوز لتقوية البلاستيك

يقوم العلماء الأمريكيون بتطوير عدة طرق لاستخدام السيليلوز الموجود في الأخشاب لتقوية البلاستيك؛ وبالتالي إنتاج مادة خفيفة تمتاز بمتانتها وقابليتها للتحلل الحيوي.

ويذكر الباحثون في كلية علوم البيئة والغابات بجامعة نيويورك الإمريكية أن التقنية المذكورة تعتمد على استخلاص بلورات سيليلوزية فائقة الدقة (نانومترية) من مصادر طبيعية مثل الأشجار أو لب البرتقال.

ويذكر **وليم ونتر** (William Winter) –أستاذ الكيمياء ومدير معهد السيليلوز في الكلية المذكورة – أن خلط ٣٠ جرام من بلورات السيليلوز فائقة الدقة إلى ٤٥٠جرام من البلاستيك يمكن أن يزيد قوته إلى ثلاثمائة ضعف، فضلاً عن أن المنتج سيكون صديقاً للبيئة؛ لأنه قابل للتحلل لينتج ثاني أكسيد الكربون والماء.

إضافة لذلك يمكن استخدام هذه البلورات النانومترية في صناعة الخزف والاستخدامات الطبيعية مثل صناعة المفاصل الصناعية، والمواد القابلة للطرح بعد الاستعمال (Disposable Materials) مثل القفازات الطبية وغيرها.

يعمل – حالياً – **ونتر** وفريقه على تطوير تقنية بلورات السيليلوز حتى يمكنها أن تلتحم بالبلاستيك بشكل أفضل.

المصدر:–

httn://www. sciencedailv. com/upi/index. php?feed=Science&article=UpI-I-20061018-20183500... 27/09/1427

تشخيص اضطرابات التغذية بواسطة الشعر

أشارت دراسة حديثة إلى إمكانية تشخيص اضطرابات التغذية، من معرفة تركيز الكربون والنيتروجين في الشعر.

ينمو الشعر – عادة – عندما تتكون بروتينات حديثة عند قاعدة الخصلة مسببة اندفاعها إلى أعلى ليستطيل الشعر وفقاً لذلك. ويعتمد نوع البروتين المتكون على نوع الغذاء وتأيضه خلال اللحظة التي تم فيها تناوله. وبما أن الشعر لا يتوقف نموه؛ فإن كل جزء منه يحكي الحالة الغذائية للشخص يوماً بيوم.

قام فريق بحثي من جامعة Brigham Young في ولاية يوتا بالولايات المتحدة بمتابعة نمط تغير تركيز كل من الكربون والنيتروجين في خصلات شعر عدد من الأشخاص الأصحاء ومقارنتهما بتركيزهما في أشخاص يعانون من اضطرابات التغذية.

أشارت التحاليل الإحصائية لنمط تغير تركيز الكربون والنيتروجين في شعر مجموعتي الدراسة إلى أنه يمكن التعرف على مرض اضطرابات التغذية وفقاً لنمط تغير نسبة الكربون والنيتروجين في خصلات شعرهم بنسبة ٨٠٪. فمثلاً يمكن التفريق – بشكل كبير – بين من يعانون من فقدان الشهية (Anorexia) والذين يعانون من النهم (الشراهة) في الأكل (Bulimia) بواسطة تحليل خمس خصلات من الشعر لفترات عدة.

ويذكر **كنت هاتش** (Kent Hatch) – رئيس مجموعة الدراسة المذكورة أن الطريقة تحتاج إلى مزيد من التأكد حتى تصبح جزءً أصيلاً من الفحص السريري، ولكنه يعتقد أن دراستهم هذه لم تترك مجالاً للشك في صحتها.

ويضيف **هاتش أنه** على الرغم من أن هناك وسائل تشخيصية أخرى – مثل خفة الوزن والطول والعمر – قد تساعد المريض في حالات الاضطرابات الغذائية، ولكن ليس في استطاعة الأطباء والباحثين – حتى الآن – الاعتماد على تلك الوسائل دون اللجوء إلى التقارير المسجلة والمقابلات الشخصية للمرضى، والتي بدورها معرضة للخطأ، وتعتمد على مدى صدق المريض. وبالمقارنة فإن طريقتهم تعد الأكثراعتمادية" لأنها مبنية على تحاليل إحيائية في المختبر مثلها مثل التحاليل الطبية الأخرى.

المصدر:–

http://www.sciencedaily.com/releases/2006/10/061017084442.htm



مـع القـــراء

أعزاءنا القراء

نرحب بكم ونسعد بتواصلكم معنا مع بداية العام الهجري الجديد، الذي تدخل فيه مجلة العلوم والتقنية عامها الحادي والعشرين، ولقد كان سيل رسائلكم دافعنا إلى بذل المزيد من الجهد؛ في سبيل تطوير المجلة والرقي بها إلى مستويات أعلى؛ لتحقيق ماتصبوا إليه، وإيماناً منا بدوركم الفاعل فإننا نسعى حثيثاً وراء تحقيق طلباتكم واقتراحاتكم ما أمكن حتى نكون عند حسن ظنكم.

وكل عام وأنتم بخير ،،،

● الاخ/ عبدالكريم عبدالقادر يوسفي ـ الجزائر

نشكرك على إطرئك وثنائك على المجلة والقائمين عليها، كما نحيطك علماً بانه قد تم تعديل عنوانك حسب طلبك. وشكراً لك.

● الاخت: رشا فوزي عبدالرزاق ـ العراق

نحمد الله على السمعة الطيبة التي وصلتكم عن المجلة. أما ما ورد في رسالتك من طلب بعض المعلومات فليس من اختصاص المجلة، ولكن سنوجهها إلى جهة الاختصاص في مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية آملين أن ينال طلبك القبول ويتحقق ما تريدين.

● الاخ/ سليمان ابراهيم الحيميد ـ القصيم ـ السعودية

نثمن إعجابك بالمجلة وما تحويه من موضوعات، كما نفيدك أنه قد تم ادراج اسمك ضمن من تصلهم المجلة، شكراً لك.

● الاخ/ عصام محمد حسين ـ مصر

تسلمنا رسالتك وفهمنا محتواها ونشكرك على ثقتك بالمجلة والقائمين عليها، ولكن ما ورد في رسالتك لايخص المجلة مما يستدعي الاعتذار عن طلبك مع جزيل شكرنا.

● الاخ/ عشيبة مصطفى ـ الجزائر

نشكرك على ثنائك العاطر على المجلة وما تحتويه من موضوعات مقارنة بالمجلات العالمية، وكل ما ورد في رسالتك محل اهتمامنا وهو ما نسعى إليه، ونسأل الله العون على تحقيقه، ويسعدنا وصول المجلة إليك واستمراريتها، ونحيطك علماً أنه تم تعديل رقم منزلك بناء على طلبك.

● الاخ/ عبد الحميد غزي بن حسن ـ سوريا ـ الحسكة

نشكرك على إرسال المقال للمجلة، ونعتذر لك عن نشره لعدم ملائمته لسياسية المجلة.

● الاخ/ محبوب محمد ـ الجزائر

ببالغ الشكر تلقينا رسالتك ونحمد الله على انتظام وصولها إليك، كما يؤسفنا الاعتذار عن بعض طلباتك لأنها ليست من اختصاص المجلة، أما الاعداد التي طلبتها سوف ترسل إليك حسب ما يتوفر منها. شكراً لك.

● الاخ/ سليمان محمد العتيق ـ المذنب ـ السعودية

سوف يدرج ـ بإذن الله ـ اسمك في قائمة من تصلهم المجلة، آملين أن تصل إليك باستمرار.

● الاخ/ بوعكاز نوار ـ الجزائر ـ ولاية تبسة

نقدر حرصك على اقتناء المجلة، وسوف يتم ادراج اسمك ضمن من تصلهم المجلة.

● الاخ/ نعمان شطيبي ـ الجزائر

وصلت رسالتك وسوف يتم تعديل عنوانك حسب طلبك.

● الاخ/ إبراهيم صالح الزميع ـ القصيم ـ السعودية

تلقينا رسالتك وسوف يتم ادراج اسمك ضمن من تصلهم المجلة.

● الاخ/ محمد احمد العامر ـ الاحساء ـ السعودية

نرجو إرسال رسالة ثانية وتحديد المطلوب من الأعداد.

● الاخ/ سعود خالد المطيري ـ حفر الباطن

نشكرك على رسالتك المتضمنة ثنائك على المجلة والقائمين عليها، والمجلة اختطت لنفسها خطة سارت عليها منذ صدورها وهو تناول الموضوع الواحد.

● الاخ/ على محمد الغامدي ـ تبوك ـ السعودية

وصلت رسالتك وما طلبت سوف يصلك في القريب العاجل ـ إن شاء الله ـ أما المجلة فهي مجلة دورية تصدر كل ثلاثة أشهر.

● الاخت/ فاطمة ناصر المنصور ـ الخرج ـ السعودية

نثمن حرصك وتقديرك للمجلة وحسن متابعتك لها، وثقي اننا نحرص على تحقيق جميع ما يحتاجه القراء قدر استطاعتنا.

● الاخ/ عبدالله محمد العجمي ـ الجبيل ـ السعودية

أهلاً بك صديقاً جديداً للمجلة، اما من حيث استفسارك عن عمر المجلة فإنها أكملت عامها العشرين ولله الحمد والمنة، وآخر إصداراتها العدد رقم ثمانين (الأقمار الاصطناعية ـ الجزء الأول).

● الاخ الكريم/ السيد فوادي محمد ـ الجزائر

نشكرك على رسالتك المعبرة عن شعورك وإحساسك نحو مجلة العلوم والتقنية، أما بخصوص رغبتك في الحصول على بعض المراجع فيؤسفنا الإعتذار عن ذلك لأن هذا ليس من اختصاصنا، ولك منا الشكر والتقدير.

● الاخ الكريم/يوسف بوعزيز ـ الجزائر

نشكرك على ثنائك العاطر على المجلة محتوى وإخراجاً وتميزاً، ونحن يا أخ يوسف نعمل على تحقيق رغبات جميع القراء قدر الإمكان، حيث يرد إلينا كم هائل من الرسائل تطلب الاشتراك في المجلة، آملين أن لا يطول انتظارك، ولك تحياتنا.

● الاخ الكريم/محمد يود وخه ـ الجزائر

ونحن بدورنا نحييك بتحية الاسلام ونشكرك على حرصك القوي للحصول على مجلة العلوم والتقنية، إن كثرة الطلب عليها يشعرنا بالفخر والإعتزاز.

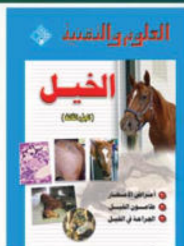
● الاخوات الكريمات دليلة مكاملين، وياسمين عرعار، وأمينة فيالي ـ الجزائر

نشكركن على رسالتكن التي تحمل إعجابكن بالمجلة والثناء عليها من حيث تفردها بالمنهج الذي تتبعه، ويسرنا تزويدكن ببعض الأعداد التي لها علاقة بتخصصاتكن. أما عن علم الاجتماع فمجلتنا علمية توعوية بحته ولاتعالج قضايا علم الاجتماع، أما من حيث الاشتراك فنأمل أن لا يطول إنتظاركن. ولكم الشكر والتقدير.

الأعداد الصادرة عن مجلة العلوم والتقنية لعام ١٤٢٧هـ

بداية العام الحادي والعشرون لمجلة العلوم والتقنية..

محتويات العدد ٧٧



- نادي الفروسية
- أمراض الأمهار
- أمراض الجهاز التنفسي
- الأمراض الفيروسية للخيل
- طاعون الخيل
- الأمراض البكتيرية في الخيل
- الأمراض الطفيلية في الخيل
- الجراحة في الخيل
- الحمرة في الخيل
- ضعف الخصوبة في الأفراس

محتويات العدد ٧٩



- مصافي تكرير النفط بالمملكة
- وقود الكتل الحيوية
- الوقود الثلجي
- وقود الأستيلين
- وقود الهيدروجين
- وقود الصواريخ
- الوقود النووي
- الديزل الحيوي

محتويات العدد ٧٨



- مصفاة الرياض
- الوقود
- الغاز الطبيعي
- تقييم خصائص ومشتقات ومضافات المشتقات النفطية
- دور المحفزات في تحسين مواصفات الوقود
- وقود الجازولين
- وقود الطائرات
- وقود الديزل
- الفحم الحجري

محتويات العدد ٨٠



- معهد بحوث الفضاء
- الأقمار الاصطناعية
- قصة الجاذبية
- الملاحة الفضائية
- مكونات الأقمار الاصطناعية
- مدارات الأقمار الاصطناعية
- متطلبات إنتاج الأقمار
- إطلاق الأقمار الاصطناعية
- المحطات الأرضية



مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ – الرياض ١١٤٤٢ ت: ٤٨٨٣٥٥٥ ـ ٤٨٨٣٤٤٤/٣٣٤٣ فاكس: ٤٨١٣٣٧٩



الأقمار الاصطناعية السعودية (ص ٣٦)

مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية